Tipp: Die Marktübersicht ab Seite 44 gibt es mit **zahlreichen zusätzlichen Informationen** im Online-Anhang der PDF-Datei, die für Abonnenten auf www.photon.info unter »myPhoton« zur Verfügung steht

Mehr als bunte Bilder

Die Anbieter von Thermografiekameras entdecken Solarinstallateure als Kundengruppe. Die Mehrheit der Geräte im Test schneidet mit »gut« ab, die Unterschiede in Ausstattung und Benutzerfreundlichkeit sind dennoch beachtlich.

▲ **14 Thermografiekameras haben wir für die diesjährige Übersicht getestet. Sieger ist die Kamera »885 mit SuperResolution«-Option von Testo, die Juliane Hinz vom**

Thermografiekameras erfreuen sich immer größerer Beliebtheit bei Solarinstallateuren – und das zu Recht, wie unsere Marktübersicht und unser Test zeigen. Vor nicht einmal fünf Jahren musste man für eine brauchbare Thermografiekamera noch mehr als 50.000 Euro ausgeben – entsprechend selten kamen diese technischen Hilfsmittel bei Solarteuren zum Einsatz. Inzwischen gibt es im Bereich unterhalb von 10.000 Euro eine ganze Reihe guter Geräte. Zudem haben die Hersteller die Installateure als interessante Kundengruppe entdeckt und ihre Produktpalette entsprechend der neuen Zielgruppe angepasst. Denn die Anforderungen im Solarbereich sind andere als zum Beispiel im Gebäudebereich. So bietet die Testo AG beispielsweise einen speziellen Solarmodus für ihre Thermografiekameras (siehe auch Testbericht auf Seite 36).

Welche Kamera im Einzelfall die beste Wahl ist, hängt aber vor allem von dem geplanten Einsatzzweck ab. Mit einer preiswerten, kleinen Kamera lassen sich Fehler ganzer Strings (verursacht durch Verschattung oder falsche Verschaltung) entdecken. Im Mittelklasse-Bereich können dann auch heiße Bypass-Dioden detektiert werden. Und wer selbst Hotspots von wenigen Quadratzentimetern und Zellrisse noch erkennen möchte, sollte Kameras ab einer Auflösung von 640 mal 480 Pixeln in Betracht ziehen, die dann aber bereits die Preisgrenze von 10.000 Euro überschreiten. Die »VarioCAM hr inspect 600/700 Serie« des Herstellers Jenoptik AG mit entsprechender Auflösung kostet beispielsweise 18.950 Euro (netto), nach oben sind preislich ohnehin kaum Grenzen gesetzt. Für einen Installateur, der nur kurz etwas überprüfen möchte, reicht eine niedrigere Auflösung als für einen Gutachter, der häufig Großanlagen untersuchen muss – und das möglicherweise gerichtsfest. Ersterer wird vermutlich sogar mit der preiswerten »i7« der Flir Systems GmbH gut bedient sein (obwohl diese Kamera vom Hersteller ausdrücklich nicht für den Einsatz im Photovoltaikbereich vorgesehen ist), ein Gutachter hingegen eher mit der »Testo 890«.

Auflösung ist jedoch nicht alles: So kann es durchaus sein, dass verschiedene Kameras zwar dieselbe Auflösung haben, mit der einen aber Strukturen unterscheidbar sind, welche die andere nicht mehr zeigt.

Ein weiterer wichtiger Punkt bei der Entscheidung ist die Ausstattung: Ist eine Fokussierung per Hand möglich? Gibt es einen Autofokus? Gibt es einen Adapter für ein Stativ? Auch im Bereich Zubehör

Frank Schuberth / photon-pictures.com

PHOTON-Labor hier in der Hand hält.

gibt es große Unterschiede. So kann es sinnvoll sein, mit einer preiswerten Kamera in der Grundausstattung einzusteigen und die Wechselobjektive später nachzukaufen, wenn die Ansprüche steigen (und das Geld vorhanden ist). Da stufenlos verstellbare Brennweiten (Zoomobjektive) mit Thermografiekameras nämlich nicht funktionieren, sind Kameras mit wechselbaren Objektiven der beste Weg, um sich auf häufig wechselnde Aufnahmesituationen einzustellen oder im Laufe der Zeit den Einsatzbereich zu erweitern. Ideal ist natürlich die Kombination von Wechselobjektiven und hoher Detektorauflösung.

Die Palette an verfügbarem Zubehör kann somit durchaus ein Entscheidungskriterium sein. So ist bei Fluke Corp. der Umfang recht gering und das Angebot (zumindest auf der Homepage) teilweise unübersichtlich. Beim Konkurrenten Flir ist die Website dagegen übersichtlich, Gesuchtes wird leicht gefunden, das Angebot ist reichhaltig.

Die Auswahl nimmt zu

In der aktuellen Marktübersicht sind (einschließlich der Modelle aus unserem Test) 34 Thermografiekameras aufgeführt, wobei fünf davon oberhalb von 10.000 Euro liegen. Damit ist die Auswahl weiter gestiegen. Erfasst wurden je Gerät knapp hundert Einzelinformationen, die jedoch aus Platzgründen nicht alle abgedruckt wurden, sondern vollständig nur im Anhang der PDF-Version dieser Ausgabe zu finden sind, die für Abonnenten im Bereich »myPHOTON« auf der PHOTON-Website zum Download bereitsteht (auch als Excel-Datei). Die rund vierzig wichtigsten Parameter sind in der Übersichtstabelle ab Seite 44 zu finden.

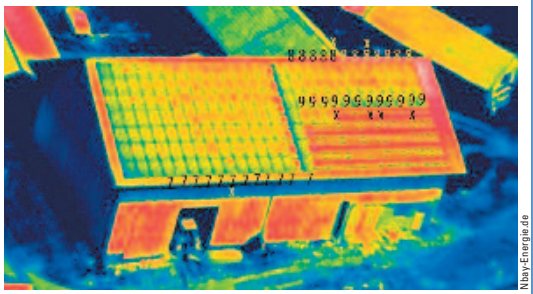
Trotz der großen Preisunterschiede innerhalb der Marktübersicht gehören die dort aufgeführten Modelle allesamt ins untere Preissegment: Thermografiekameras, die für wissenschaftliche oder militärische Zwecke eingesetzt werden, besitzen einen Fotodetektor und arbeiten mit Kühlung. Nach solchen Geräten braucht man jedoch nicht zu suchen, wenn man nicht mehrere Zehntausend Euro im Budget hat. Für die Zwecke eines Solarteurs wären diese aber auch überdimensioniert. Die in der Marktübersicht enthaltenen preiswerteren Mobilgeräte hingegen verwenden sogenannte Mikrobolometer-Detektoren, also Thermowiderstände. Die Infrarotstrahlung wird indirekt gemessen.

Ein wichtiger Punkt ist auch die Auflösung: In der Preisklasse bis 10.000 Euro liegt diese bei bis zu 320 mal 240 Pixeln.

Für Querleser

- PHOTON hat erneut Thermografiekameras getestet. Dank des umfangreichen Feedbacks von Herstellern und Anwendern auf die ersten beiden Tests konnte die Testprozedur auf ein Niveau entwickelt werden, das die Vergabe von Noten rechtfertigt.
- Von den 14 getesteten Kameras erreichten acht die Note »gut«, zwei ein »befriedigend« und zwei ein »ungenügend«. Drei Kameras wurden außer Konkurrenz getestet.
- Wer die Anschaffung einer Thermografiekamera erwägt, sollte zuerst die Art der Verwendung klären. Nicht jede »gute« Kamera im Test ist für jeden Einsatzzweck gleich gut geeignet.

Vorsicht bei der Interpretation von Thermografiebildern



Nbay-Energie.de

Diese Thermografieaufnahme wurde für einen Zeitungsartikel mit dem Titel »Massenhaft Pfusch bei Solaranlagen« verwendet. Aber was belegt diese Aufnahme wirklich? Zu sehen ist ein Bild vom Dach einer Scheune mit einer unvollständigen Photovoltaikanlage. Die Schindeln sind als Umrahmung gut erkennbar, ebenso die fehlenden Module auf der unteren rechten Dachseite. Vorne links ist die scheinbar kühlste Stelle, was durch die Windrichtung begründet sein könnte. Die Zahlen und Kreuze sind in einem Thermogramm nicht üblich, möglicherweise handelt es sich um einen Bild- oder Exportfehler. Zudem ist die Entfernung zum Objekt zu groß. Die roten Punkte sind durchaus auffällig, aber per Ferndiagnose und ohne weitere Informationen nicht fundiert zu begründen.

Es könnte schlimm um die Anlage stehen, es könnten aber auch durch Verschmutzung hervorgerufene Verschattungen sein, die zu lokalen Erwärmungen führen. Ein Beleg für »Pfusch« kann mit dieser Aufnahme allein jedenfalls schon deshalb nicht abgegeben werden, da sämtliche Parameter fehlen: allgemeine Wetterdaten und Umgebungsbedingungen, Temperaturskala (stellen die Falschfarben Temperaturdifferenzen von 2 oder 20 Kelvin dar?), Kameraeinstellungen (zum Beispiel Emissionsgrad), visuelles Bild als Vergleich (zum Beispiel zur Erkennung von Verschmutzungen) und außerdem die Angabe des Zustands der Photovoltaikanlage. Ist diese beispielsweise noch im Bau und daher nicht angeschlossen? Durch all diese Unklarheiten ist das Foto für den Leser des Artikels nicht mehr als ein buntes Bild. *jhz*

So haben wir getestet

Der aktuelle Test von Thermografiekameras ist der dritte, den das PHOTON-Labor durchgeführt hat, und der erste, bei dem wir Noten vergeben haben. Bewertet wurden die Geräte in 13 separaten Kategorien mit unterschiedlicher Gewichtung. Diese sollen im Folgenden kurz vorgestellt werden. Die Teilergebnisse sind im Detail in der Tabelle ab Seite 12 aufgeführt. So kann jeder, der sich für den Kauf einer Thermografiekamera interessiert, selbst entscheiden, welche Punkte ihm wichtig und welche ihm weniger wichtig sind.

Transport der Kamera

Für den mobilen Einsatz muss ein Koffer aus robustem Material im Lieferumfang enthalten sein, der durch ausreichende Polsterung und hohe Passgenauigkeit den sicheren Transport von Kamera und Zubehör gewährleistet. Da auch Einsätze auf dem Dach möglich sind, sollte zusätzlich ein Gurt oder eine Tasche für den Transport auf das Dach mit dabei sein, schließlich muss der Solarteur die Hände frei haben, um sich selbst festhalten zu können. Ist dies alles erfüllt, gibt es die volle Punktzahl. Das Ergebnis geht mit fünf Prozent in die Gesamtnote ein.

Anmutung der Kamera

Hier geht es um den Eindruck von der Verarbeitung der Kamera: Sitzt alles fest? Knirscht nichts? Bei den Steckverbindern entscheiden Sitz (fest oder wackelig?), Stecktiefe und Handhabung (einfach oder schwer?). Beim Akku geht es auch um den Sitz des Akkus im Fach, ob die Klappe des Fachs zuverlässig verschlossen werden kann und ob diese Abdeckung bei der Handhabung der Kamera möglicherweise stört, beispielsweise, wenn eine Kante übersteht. Abzüge gibt es bei fehlendem Akkufach beziehungsweise fest verbautem Akku. Das Ergebnis fließt mit zwei Prozent in die Gesamtnote ein.

Handhabung der Kamera

Ist die Kamera intuitiv bedienbar und die Bedeutung der Bedienknöpfe und Bildschirmsymbole eindeutig? Dann wird in dieser Kategorie gepunktet. Gut ist auch ein verständliches Handbuch, das bei Problemen hilft. Untersucht werden auch die Zuverlässigkeit des Autofokus (falls nicht vorhanden gibt es Punktabzug) und das manuelle Fokussieren (einfach ist gut). Da Optiken empfindlich und teuer sind, sollte eine Schutzkappe oder -klappe vorhanden sein, die nicht vom Objektiv abfällt oder gar beim Entnehmen der Kamera aus dem Koffer in diesem zurückbleibt. Beim Trage- und Haltekomfort zählen Ergonomie, Material und Gewicht. Das Ergebnis macht zwölf Prozent der Gesamtnote aus.

Zubehör und Ausstattung

Zum Zubehör zählen Wechselobjektive, Stativadapter, Kartenleser, Apps und vieles mehr. Ein besonderes Augenmerk haben wir auf die Digitalkamera gerichtet, schließlich ist eine solche bei Gebrauch im Außenbereich sehr nützlich, da die detektierten Auffälligkeiten im Thermogramm durch das zusätzliche visuelle Bild als Orientierungshilfe besser zugeordnet werden können. Deshalb wurde das Fehlen einer Digitalkamera nicht nur mit der Unternote mangelhaft bewertet, sondern gilt auch als K.-o.-Kriterium. Das Ergebnis geht mit fünf Prozent in die Gesamtnote ein.

Display

Die Kamera nützt nichts, wenn das Display im Außenbereich nicht ablesbar ist. Faktoren hierfür sind die Beschaffenheit der Oberfläche, die Winkelabhängigkeit beim Betrachten, die Helligkeit und der Kontrast. Wie scharf wird das Thermogramm dargestellt? Erfüllt der Informationsgehalt die Mindestanforderungen (Anzeige von Akkustatus, Datum, Uhrzeit, Emissionsgrad und Skala inklusive Temperaturbereich) und können diese sowie zusätzliche Informationen ein- und ausgeblendet werden?

Ein in der Sonne nicht ablesbares Display gilt ebenfalls als K.-o.-Kriterium. Das Ergebnis geht mit 22 Prozent in die Gesamtnote ein, kann also das Gesamtergebnis spürbar beeinflussen.

Energieversorgung

Sowohl die Akkuleistung als auch der Umgang mit den Akkus fallen hier ins Gewicht. Der Akku sollte aus der Kamera entnehmbar sein, das Handling beim Einstecken und Entnehmen unproblematisch. Positiv wird gewertet, wenn ein einfaches Ladegerät oder eine Station für das Laden mehrerer Akkus vorhanden ist und ein Ladestatus angezeigt wird. Optimalerweise ist der Akku auch im Gerät ladbar. Das Ergebnis macht acht Prozent der Gesamtnote aus.

Handhabung und Informationsgehalt der Software

Ebenso wichtig wie die Kamera selbst ist die Software zum Auswerten der Thermogramme und zur Erstellung von Berichten. Je mehr die Software zu bieten hat und je einfacher sie zu nutzen ist, desto besser wird in dieser Kategorie gewertet. Ist beispielsweise die Reportfunktion einfach zu erstellen, aber unübersichtlich, wird abgewertet. Die Bestnote wird nur vergeben, wenn wirklich alles stimmt. Das Ergebnis geht mit sieben Prozent in die Gesamtnote ein.

Datensicherung und Datenübertragung

Untersucht wird hier, wie groß ist die Speicherkapazität der SD-Karte ist und welche Speichermedien überhaupt verwendet werden können. Positiv wird gewertet, wenn die Übertragung der Daten auf den PC schnell und unproblematisch vonstattengeht. Zwei Prozent der Gesamtnote werden aus diesem Ergebnis gebildet.

Akkulaufzeit

Gerade unterwegs ist die Nutzungsdauer der Akkus essenziell für den reibungslosen Ablauf der Messung. Untersucht wird die Dauer der Betriebszeit, während die Kamera misst und im Intervall Thermogramme speichert. Gemessen wird mit der höchstmöglichen einstellbaren Helligkeitsstufe des Displays. Wenn kein Wechselakku vorhanden ist, muss als Mindestanforderung eine Akkulaufzeit von zwei Stunden erreicht werden, sonst gilt der komplette Test als nicht bestanden. Das Ergebnis geht mit sieben Prozent in die Gesamtnote ein.

Auffinden von Fehlern in einem aufgeständerten Photovoltaikgenerator

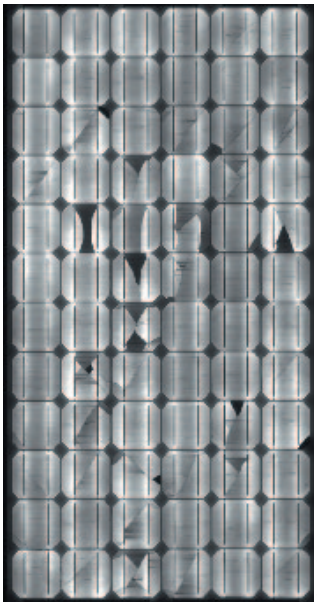
Betrachtet werden ein einzelnes Modul sowie ein String mit mehreren Modulen unter freiem Himmel. Die Messungen finden ab einer Strahlungsintensität von 500 Watt je Quadratmeter statt, in der Regel bei etwa 700 Watt je Quadratmeter. Zwei vor Testbeginn provozierte Auffälligkeiten in zwei unterschiedlich weit entfernten Modulreihen sollen detektiert werden: Es handelt sich um die durch einen Pappstreifen verursachte Verschattung von etwa einem Fünftel einer einzelnen Zelle

Frank Schuberth / photon-pictures.com

◀ **Juliane Hinz und Johannes Neuenstein vom PHOTON-Testlabor führen den Test »Fehlersuche« an einer Freiflächenanlage durch**

und den Leerlauf von Modulen, beides ruft eine für Thermografiekameras sichtbare Erwärmung hervor. Zudem kommt es auf die Qualität der Thermogramme an, also darauf, wie gut die Fehler auf dem Kameradisplay und mithilfe der Software auf dem PC-Bildschirm zu erkennen sind. Das Ergebnis geht mit 13 Prozent in die Gesamtnote ein.

Darstellung eines einzelnen Moduls



photon-pictures.com

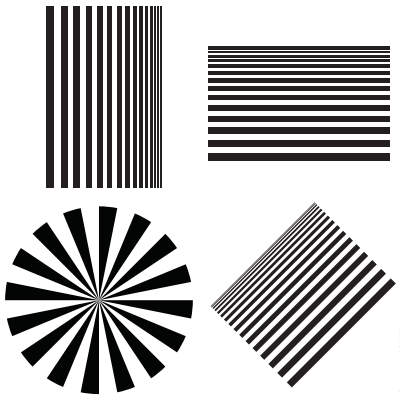
▲ **Elektrolumineszenzaufnahme des Testmoduls**

Untersucht wird ein einzelnes Modul, zuerst im MPP-Betrieb und danach im kurzgeschlossenen Zustand. In beiden Fällen wird eine einzelne Zelle künstlich teilverschattet. Im MPP-Betrieb wird zusätzlich die Zelle über der Anschlussdose betrachtet, im Kurzschlussbetrieb die erwärmte Zelle des beschädigten Moduls. Volle Punktzahl gibt es, wenn sowohl im MPP- als auch im Kurzschlussbetrieb die verschattete Zelle sehr gut sichtbar ist und einzelne Zellen deutlich unterscheidbar sind. Das Ergebnis geht ebenfalls mit 13 Prozent in die Gesamtnote ein.

Vergleich mit Schwarzkörperstrahlertemperatur bei verschiedenen Lagertemperaturen

Mit einem Infrarot-Prüfstrahler wird die Genauigkeit bei der Erfassung von Temperaturen getestet. Die Messung untersucht den Einfluss von unterschiedlichen Lagertemperaturen auf die Temperaturerfassung, was von Bedeutung ist, da Thermografiekameras auch mobil genutzt werden und so verschiedenen Umgebungstemperaturen ausgesetzt sind. Die Messungen werden mit den Prüfstrahlertemperaturen 40 Grad Celsius und 90 Grad Celsius durchgeführt. Das Ergebnis geht jedoch nur mit zwei Prozent in die Gesamtnote ein, da für Anwendungen im Bereich der Photovoltaik weniger die korrekte absolute Temperatur von Bedeutung ist als das Erkennen von Temperaturdifferenzen.

Auflösungstest mit Strichmuster



Grafik: PHOTON

Mit einem »Target« (siehe Abbildung) wird das Auflösungsvermögen der Kameras untersucht. Dieses ist erreicht, wenn die Temperatur der Streifen nicht mehr korrekt dargestellt wird, also wenn die Temperaturabweichung größer als die Messgenauigkeit ist. Das Ergebnis geht mit zwei Prozent in die Gesamtnote ein. *jhz, ak*

Udo Geisler / photon-pictures.com

▲ **Grundsatzentscheidung: Manche Nutzer bevorzugen die Ausführung mit Pistolengriff (hier die Fluke »TiR32«), andere schwören auf ein schwenkbares Display**

Als Mindestanforderung für die Aufnahme in die Übersicht galt eine Detektorauflösung von 120 mal 120 Pixeln. Mindestens ebenso wichtig wie eine gute Kamera ist eine gute Software, und hier gibt es große Unterschiede. Die komfortabelste Variante bietet derzeit wohl Flir mit dem »Reporter 9.0« (den das PHOTON-Labor allerdings im Rahmen dieses Tests nicht ausprobiert hat, da grundsätzlich die gestellte Standardsoftware verwendet wurde). Zum Preis von 250 Euro erhält man eine Berichtssoftware, die vorlagenbasiert arbeitet, das heißt, sollte eine Anlage erneut vermessen werden müssen, braucht kein komplett neuer Bericht erstellt zu werden. Einmal erstellte Berichte können zudem als Vorlage abgespeichert und für weitere Berichte genutzt werden. Dabei werden die neuen Thermogramme automatisch in den vorhandenen Bericht eingearbeitet und die Analysewerkzeuge auf die neuen Daten angewendet. Die Software soll die volle Funktionalität von Microsoft Word nutzen und verwendet Zusatzwerkzeuge wie die Videoerstellung aus Bildsequenzen und die Panoramafunktion.

Der Weg zur guten Aufnahme

»Der gröbste Fehler, den ein Anwender machen kann, ist ein unscharfes Bild«, weiß Michael Büttner von der Testo AG. »Wurde der Messbereich korrekt eingestellt und ist das Bild scharf, ist alles in Ordnung.« Das mag zwar eine einfache Formel sein, bringt es aber letztlich auf den Punkt. »Andere Faktoren wie der Emissionsfaktor lassen sich auch später in der Software einstellen«, so Büttner. Wo-

TESTERGEBNISSE THERMOGRAFIEKAMERAS 2013 (Fortsetzung nächste Seite)

Hersteller				**Flir**				**Fluke**		**HT**	
Testbereich	**wichtig für PV**	**Noten-anteil (%)**	**Noten-umfang**	**i7**[3]	**E30**	**E60**	**T440**	**TiR125**	**TiR32**	**THT44**	**THT49**
Transport der Kamera											
Koffer vorhanden	ja	50	1/5	1	1	1	1	1	1	1	1
Transport Kamera und Zubehör sicher		25	1 - 5	1	1	1	1	2	2	1	1
Transport mit Tasche oder Gurt, vorhanden oder erhältlich		25	1/5	1	1	1	1	1	1	1	1
Zwischenergebnis		**5**		**1,0**	**1,0**	**1,0**	**1,0**	**1,3**	**1,3**	**1,0**	**1,0**
Anmutung der Kamera											
Gehäuse	nein	50	1 - 5	2	1	1	1	2	2	3	3
Steckverbinder		25	1 - 5	2	2	2	2	2	3	2	2
Akku / Fach		25	1 - 5	5	1	1	2	2	2	3	3
Zwischenergebnis		**2**		**2,8**	**1,3**	**1,3**	**1,5**	**2,0**	**2,3**	**2,8**	**2,8**
Handhabung der Kamera											
intuitiv bedienbar	nein	25	1 - 5	1	1	1	1	1	2	4	4
Bedeutung der Bedienknöpfe oder Bildschirmsymbole verständlich		10	1 - 5	1	1	1	1	1	2	3	3
Handbuch verständlich, hilft bei Problemen		10	1 - 5	2	2	2	2	2	2	3	3
Einhandbedienung (Ausnahme: Fokussieren) möglich		5	1/5	1	1	1	1	1	1	1	1
Ausrichtung Kamera: Schwenkdisplay, Schwenkobjektiv oder Pistolenform		5	1/3	3	3	3	1	3	3	3	3
Autofokus zuverlässig		10	1 - 5	5	5	5	2	5	5	4	5
manuelles Fokussieren einfach		20	1 - 5	5	1	1	2	3	1	4	1
Schutzkappe des Objektivs zuverlässig		10	1 - 5	1	1	1	2	1	1	4	2
Trage-/Haltekomfort, Ergonomie		5	1 - 5	1	1	1	1	1	1	2	2
Zwischenergebnis		**12**		**2,4**	**1,6**	**1,6**	**1,5**	**2,0**	**2,0**	**3,5**	**2,8**
Zubehör- und Ausstattungsumfang											
Digitalkamera integriert	ja	40	1/5	⚠ 5	1	1	1	1	1	1	1
integrierte Schnittstellen, notwendige und »nice to have«	nein	25	1 - 5	2	1	1	1	2	5	2	2
Stativbefestigung	nein	10	1/3	3	1	1	1	1	3	3	3
viel Zubehör, notwendig und »nice to have« (Wechseloptiken, Apps etc.)	nein	25	1 - 5	3	2	1	1	3	4	3	3
Zwischenergebnis		**5**		**3,6**	**1,3**	**1,0**	**1,0**	**1,8**	**3,0**	**2,0**	**2,0**
Display											
Oberfläche matt oder spiegelnd	ja	11	1 - 5	2	2	2	2	4	4	4	4
zusätzliche Messpunkte, Hot- oder Coldspots platzierbar	nein	5	1 - 5	5	5	3	2	2	3	4	4
Schärfe	ja	10	1 - 5	3	3	2	2	3	1	4	3
Helligkeit	ja	10	1 - 5	2	2	2	2	1	2	4	4
Kontrast	ja	10	1 - 5	2	2	2	2	2	2	4	4
Ablesbarkeit des Displays in der Sonne	ja	17	1 - 5	3	3	3	3	3	3	⚠ 6	⚠ 6
Verbesserung durch eine Sonnenblende oder Sucher, wenn vorhanden (Blickwinkel auf das Display, Eignung für Brillenträger)	ja	18	1 - 5	3	3	2	2	3	3	⚠ 5	⚠ 5
Umgebungseinzelheiten erkennbar	ja	5	1 - 5	1	1	1	1	2	2	4	3
Informationsgehalt	nein	6	1 - 5	1	1	1	1	1	2	4	4
Winkelabhängigkeit	ja	4	1 - 5	2	2	2	2	2	3	4	4
Anzahl der speicherbaren Thermogramme und/oder Digital-bilder	nein	4	1 - 5	1	1	1	1	1	1	1	1
Zwischenergebnis		**22**		**2,5**	**2,5**	**2,1**	**2,0**	**2,5**	**2,5**	**4,4**	**4,3**
Energieversorgung											
Ladezeit des Akkus	nein	30	1 - 5	2	2	2	2	1	1	2	2
gibt es Wechselakkus, nur intern aufladbarer Akku	ja	40	1/5	⚠ 5	1	1	1	1	1	1	1
Handling der Akkus, Einsteckbarkeit, Ladestation für mehrere Akkus	ja	30	1 - 5	⚠ 5	1	1	2	1	1	3	3
Zwischenergebnis		**8**		**4,1**	**1,3**	**1,3**	**1,6**	**1,0**	**1,0**	**1,9**	**1,9**
Handhabung und Informationsgehalt der Bediensoftware											
Installation einfach	nein	9	1 - 5	1	1	1	1	1	1	1	1
Software intuitiv bedienbar		15	1 - 5	1	1	1	1	1	1	4	4
Menüführung übersichtlich		9	1 - 5	1	1	1	1	1	1	4	4
Handbuch verständlich, hilft bei Problemen		15	1 - 5	2	2	2	2	3	3	3	3
Software im Lieferumfang (automatische Updates)		9	1 - 5	1	1	1	1	1	1	2	2
Rohdaten stehen zur Verfügung		4	1/5	5	5	5	5	1	1	5	5
zusätzliche Messpunkte, Hot- oder Coldspots platzierbar		15	1 - 5	2	2	2	2	1	1	3	3
Informationsgehalt		9	1 - 5	2	2	2	2	1	1	3	3
Ergebnispräsentation / Reportfunktion / Druckfunktion		15	1 - 5	2	2	2	2	2	2	4	4
Zwischenergebnis		**7**		**1,7**	**1,7**	**1,7**	**1,7**	**1,5**	**1,5**	**3,2**	**3,2**

	Infratec/ Jenoptik	Testboy	Testo			Trotec	
	580S	TV 309	876	885	885 SR	EC060 V	IC080 LV
	1	1	1	1	1	5	1
	1	1	1	1	1	4	1
	1	1	1	1	1	5	1
	1,0	**1,0**	**1,0**	**1,0**	**1,0**	**4,8**	**1,0**
	1	4	2	3	3	4	4
	2	3	2	2	2	2	2
	3	3	1	1	1	4	3
	1,8	**3,5**	**1,8**	**2,3**	**2,3**	**3,5**	**3,3**
	3	3	2	2	2	3	3
	3	3	2	3	3	3	3
	1	3	1	1	1	4	4
	1	1	1	1	1	1	1
	1	1	1	1	1	1	1
	2	5	5	4	4	5	5
	2	1	1	1	1	4	3
	1	2	1	3	3	1	1
	4	3	3	4	4	4	3
	2,2	**2,5**	**1,9**	**2,1**	**2,1**	**3,2**	**2,9**
	1	1	1	1	1	1	1
	3	2	2	2	2	2	2
	1	3	1	1	1	1	3
	2	3	1	2	2	3	3
	1,8	**2,0**	**1,3**	**1,5**	**1,5**	**1,8**	**2,0**
	1	4	2	4	4	4	4
	2	2	2	2	2	2	2
	1	3	3	1	1	2	2
	2	3	2	1	1	2	3
	1	3	2	1	1	3	3
	2	3	3	2	2	3	4
	1	3	3	2	2	2	3
	1	3	2	1	1	4	4
	2	3	1	1	1	2	2
	3	4	3	2	2	4	3
	1	1	1	1	1	1	1
	1,5	**3,0**	**2,4**	**1,8**	**1,8**	**2,6**	**3,0**
	1	2	1	1	1	2	2
	1	1	1	1	1	5	5
	2	3	1	1	1	4	4
	1,3	**1,9**	**1,0**	**1,0**	**1,0**	**3,8**	**3,8**
	1	2	1	1	1	5	5
	1	4	1	1	1	4	4
	1	4	1	1	1	4	4
	1	3	2	2	2	5	5
	2	1	1	1	1	4	4
	1	5	1	1	1	1	1
	1	2	2	2	2	3	3
	2	4	2	2	2	4	4
	3	4	2	2	2	4	4
	1,5	**3,1**	**1,5**	**1,5**	**1,5**	**4,0**	**4,0**

Auswahlkriterien

Das Angebot an Thermografiekameras ist seit unserer letzten Marktübersicht eher noch unübersichtlicher geworden. Diese Hilfsmittel werden schließlich in allen möglichen Bereichen eingesetzt, sei es in der Medizin, in der Forschung oder im Gebäudebereich. Damit stellt sich die Frage, welche Anforderungen eine Thermografiekamera für die Anwendung im Bereich Photovoltaik erfüllen sollte. Letztlich sind wir hier bei den bereits im Jahr 2010 definierten Kriterien geblieben (siehe Tabelle). Im Unterschied zur letzten Übersicht gibt es inzwischen deutlich mehr Modelle unterhalb der Preisgrenze von 10.000 Euro. *jhz, ak*

Anforderungen an Thermografiekameras für den Einsatz bei Solarinstallateuren

Eigenschaft	Anforderung
Temperaturbereich	minus 10 bis plus 100 Grad Celsius
Temperaturempfindlichkeit (NETD)	0,1 Grad Celsius oder kleiner
Temperaturgenauigkeit (absolut)	Abweichung bis 5 Prozent
Betriebstemperaturbereich	minus 10 bis plus 40 Grad Celsius
Schutzklasse	IP 54
Bildfrequenz	höher als 5 Hertz
Akkulaufzeit	mindestens 2 Stunden
Schirm zur Abschattung des Displays	erwünscht
Autofokus	erwünscht
Orientierung	über Laser oder (besser) über Digitalbild
Gewicht	bis 1,5 Kilogramm
Detektorauflösung	mindestens 120 mal 120 Pixel
Gesichtsfeld (Bildwinkel) des Objektivs	kleiner als 35 Grad
Serviceangebote des Herstellers	erwünscht
Schulungen durch den Hersteller	erwünscht
Preis (netto)	unter 10.000 Euro

bei es nicht schaden kann, sich ein wenig mit den technischen Besonderheiten bei Thermografieaufnahmen vertraut zu machen. So ist es nötig, den Emissionsgrad einer Oberfläche zu kennen, also ihre Fähigkeit, Strahlung abzugeben (wobei dies immer auch vom Betrachtungswinkel abhängig ist). Die Herausforderung besteht darin, dass der Emissionsgrad verschiedener Flächen unterschiedlich sein kann, sich bei den meisten Kameras aber nur für das gesamte Bild einheitlich einstellen lässt. Im Anwendungsbereich »Solarstrom« machen hier am ehesten die Rahmen der Module oder die Montagegestelle mit ihren sehr niedrigen Emissionsgraden Probleme. Glatte Oberflächen können die Infrarotstrahlung zudem reflektieren.

Eine weitere Voraussetzung ist gutes Wetter: Als Orientierungswert kann eine Einstrahlung von etwa 500 Watt pro Quadratmeter gelten, damit ausreichend starke Ströme und damit entsprechend aussagekräftige Temperaturunterschiede zu sehen sind. Für unseren Test haben wir auf Einstrahlungsverhältnisse von 500 bis 700 Watt gewartet.

Bei der Messung selbst spielt die Ausrichtung der Kamera eine wichtige Rolle. Optimalerweise sollte das Objektiv senkrecht zum Modul positioniert werden. Dann aber würde die Kamera ihre eigenen Reflexionen einfangen. Deshalb sollte eine Position knapp außerhalb der Senkrechten gewählt werden. Der Winkel der Kamera zur Normalachse, also der Senkrechten über dem Modul, sollte nicht größer als 30 Grad sein, um winkelabhängige Messfehler klein zu halten. Auch die Sonne sollte nicht ins Bild geraten. Sie verursacht nicht nur Messfehler, sondern kann den Sensor der Kamera irreversibel beschädigen, was einem Totalschaden gleichkommt. Der ist auch bei ausgeschalteter Kamera gefährdet, weshalb immer der Deckel auf dem Objektiv sitzen sollte, wenn gerade nicht gemessen wird.

Doch nicht nur Sonnenreflexionen sind zu vermeiden, es sollte bei der Messung auch kein Schatten aufs Modul fallen. Bestes Thermografiewetter herrscht bei wolkenlosem Himmel zur Mittagszeit, wenn der Einstrahlungswinkel der Sonne nahe der Normalen des Moduls liegt. Dann nämlich liegen der zu meidende Eigenreflexionsbereich und der Strahlengang der Sonne weitgehend gleichauf, was dem Messtechniker mehr Platz zur

TESTERGEBNISSE THERMOGRAFIEKAMERAS 2013 (Fortsetzung)

Hersteller				Flir				Fluke		HT	
Testbereich	**wichtig für PV**	**Noten-anteil (%)**	**Noten-umfang**	**i7**[3]	**E30**	**E60**	**T440**	**TiR125**	**TiR32**	**THT44**	**THT49**
Datensicherung und Datenübertragung											
Dauer des Speichervorgangs eines Thermogramms, einfache Durchführbarkeit oder fehlerbehaftet	nein	50	1 - 5	1	2	1	1	3	3	3	3
Dauer der Datenübertragung auf den PC, über Kabel, mit Kartenlesegerät und SD-Karte (schnell = 1 s / langsam = 10 s)		50	1/5	1	1	1	1	1	1	1	1
Zwischenergebnis		**2**		**1,0**	**1,5**	**1,0**	**1,0**	**2,0**	**2,0**	**2,0**	**2,0**
Akkulaufzeit											
unter 1 h: durchgefallen, Note 5; bis 2 h: Note 4, bis 3 h: Note 3, bis 4 h: Note 2, über 4 h: Note 1	ja	100	1 - 5	1	2	2	2	1	2	2	3
Zwischenergebnis		**7**		**1,0**	**2,0**	**2,0**	**2,0**	**1,0**	**2,0**	**2,0**	**3,0**
Auffinden von Fehlern in einem aufgeständerten PV-Generator											
Auffinden der heißen Zelle in der 1. und der 3. Aufständerung	ja	50	1 - 5	2	2	2	–	2	1	1	1
Auffinden der leerlaufenden Module in der 1. und der 3. Aufständerung		50	1 - 5	3	2	2	–	3	3	3	2
Zwischenergebnis		**13**		**2,5**	**2,0**	**2,0**	**–**	**2,5**	**2,0**	**2,0**	**1,5**
Darstellung eines einzelnen Moduls											
Modul im MPP: Auffinden der verschatteten Zelle	ja	25	1 - 5	4	3	3	3	4	3	4	3
Modul im MPP: Struktur, einzelne Zellen des Moduls zu erkennen		25	1 - 5	3	3	3	3	3	3	3	4
Modul im Kurzschluss: Auffinden der verschatteten Zelle		25	1 - 5	1	1	1	1	1	1	1	1
Modul im Kurzschluss: Struktur, einzelne Zellen des Moduls zu erkennen		25	1 - 5	2	2	2	2	2	2	2	2
Zwischenergebnis		**13**		**2,5**	**2,3**	**2,3**	**2,3**	**2,5**	**2,3**	**2,5**	**2,5**
Vergleich mit Schwarzkörperstrahlertemperatur bei verschiedenen Lagertemperaturen											
Kalibrierung bei Lagertemperatur 23 Grad: Note 1, wenn innerhalb der Messtoleranz; Note 5, wenn Abweichung größer als Messtoleranz	nein	40	1/5	1	1	1	1	1	1	1	5
Abweichung bei Lagertemperatur 5 Grad, 40 Grad < 0,5: Note 1, 0,5 bis < 1,0: Note 2, 1,0 bis < 1,5: Note 3, 1,5 bis < 2,5: Note 4, ≥ 2,5: Note 5		15	1 - 5	4	2	2	2	3	2	5	5
Abweichung bei Lagertemperatur 5 Grad, 90 Grad < 0,5: Note 1, 0,5 bis < 1,0: Note 2, 1,0 bis < 1,5: Note 3, 1,5 bis < 2,5: Note 4, ≥ 2,5: Note 5		15	1 - 5	2	2	3	1	5	2	4	5
Abweichung bei Lagertemperatur 40 Grad, 40 Grad < 0,5: Note 1, 0,5 bis < 1,0: Note 2, 1,0 bis < 1,5: Note 3, 1,5 bis < 2,5: Note 4, ≥ 2,5: Note 5		15	1 - 5	2	2	2	2	2	4	5	4
Abweichung bei Lagertemperatur 40 Grad, 90 Grad < 0,5: Note 1, 0,5 bis < 1,0: Note 2, 1,0 bis < 1,5: Note 3, 1,5 bis < 2,5: Note 4, ≥ 2,5: Note 5		15	1 - 5	4	2	3	2	3	2	5	5
Zwischenergebnis		**2**		**2,2**	**1,6**	**1,9**	**1,5**	**2,4**	**1,9**	**3,3**	**4,9**
Auflösungstest mit Strichmuster: wenn Abweichung größer als Messtoleranz, Auflösung nicht mehr ausreichend											
vertikal: Güte der Darstellung, Note für Anzahl der Striche Note 1: 13 und mehr, Note 2: 11 bis 12, Note 3: 9 bis 10, Note 4: 7 bis 8, Note 5: < 7	nein	100	1 - 5	3	4	2	–	3	3	4	5[1]
Zwischenergebnis		**2**		**3,0**	**4,0**	**2,0**	**–**	**3,0**	**3,0**	**4,0**	**5,0**
Endnote ohne K.-o.-Kriterien		**100**	**–**	**–**	**1,9**	**1,8**	**–**	**2,0**	**2,1**	**2,9**	**2,8**
Endnote inklusive K.-o.-Kriterien				**–**	**1,9**	**1,8**	**–**	**2,0**	**2,1**	**6,0**	**6,0**

[1] Abweichung von Target-Temperatur (gemessen mit einem Temperaturfühler) größer als 4 K
[2] »SuperResolution« (SR) mit Stativ unwirksam, Zwischenergebnis (Note 1,9) von Modell 885 benutzt
[3] Kamera laut Hersteller nicht für PV-Anwendungen empfohlen, deshalb keine Endnote
⚠ = »K.-o.-Kriterium« (siehe Artikel)

Positionierung seiner Kamera lässt. Alternativ kann man zumindest bei aufgeständerten Anlagen eine Aufnahme der Modulrückseite in Betracht ziehen, mit der sich prinzipiell dieselben Schäden wie auf der Vorderseite detektieren lassen. Die Bilder entstehen bei Aufnahmen von vorn wie von hinten gleichermaßen durch die Wärmeleitung der Glasscheibe beziehungsweise der Folie. Die rückseitige Betrachtung hat zudem den Vorteil, dass die Wärmeentwicklung in der Anschlussdose etwas besser sichtbar ist.

Dringend zu empfehlen ist auch eine ordentliche Einführung in die Handhabung der Kamera. Viele Hersteller bieten hierzu Schulungen an, die man unbedingt nutzen sollte. »Die meisten Energieberater können nicht mit den Kameras umgehen«, ist die Erfahrung von Michael Mende, Vertriebsmitarbeiter bei Flir Systems. Eine Einarbeitung sei »sehr wichtig und aufwendig«. Denn ein buntes Bild aufzunehmen ist einfach, eine aussagekräftige Thermografieaufnahme zu machen und diese dann auch noch richtig zu deuten ist deutlich anspruchsvoller (siehe auch Kasten Seite 9).

Erfreuliche Testergebnisse

14 der in der Marktübersicht aufgeführten Kameras wurden uns von den

	Infratec/ Jenoptik	Testboy	Testo			Trotec	
	580S	TV 309	876	885	885 SR	EC060 V	IC080 LV
	3	2	3	3	3	2	2
	1	1	1	1	1	1	1
	2,0	**1,5**	**2,0**	**2,0**	**2,0**	**1,5**	**1,5**
	3	2	1	1	1	3	3
	3,0	**2,0**	**1,0**	**1,0**	**1,0**	**3,0**	**3,0**
	1	1	1	1	1	2	2
	2	2	3	2	1	3	2
	1,5	**1,5**	**2,0**	**1,5**	**1,0**	**2,5**	**2,0**
	3	3	3	3	3	3	3
	3	3	3	3	3	3	3
	1	1	1	1	1	1	1
	2	2	2	2	2	3	3
	2,3	**2,3**	**2,3**	**2,3**	**2,3**	**2,5**	**2,5**
	5	1	1	1	–[2]	5	5
	3	4	1	2	–	4	5
	2	5	1	3	–	5	4
	2	2	1	1	–	4	3
	3	4	2	4	–	5	4
	3,5	**2,7**	**1,2**	**1,9**	**1,9**	**4,7**	**4,4**
	2	5	4	3	2	5[1]	2
	2,0	**5,0**	**4,0**	**3,0**	**2,0**	**5,0**	**2,0**
	–	**2,4**	**1,8**	**1,7**	**1,6**	**3,0**	**2,8**
	–	**2,4**	**1,8**	**1,7**	**1,6**	**3,0**	**2,8**

Herstellern zum Testen zur Verfügung gestellt, wobei es sich um typische Serienprodukte handeln musste – bei einer Thermografiekamera ist dies noch wichtiger als bei den meisten anderen Gerätetests, weil selbst bei unveränderter Hardware die Resultate mittels ganz besonders sorgfältiger Kalibrierung positiv beeinflusst werden könnten. Bei ein und demselben Modell gibt es also stets leichte Toleranzen. Im

Frank Schuberth / photon-pictures.com

▲ **Der Prüfstrahler vom Typ »CS 110« von der Dias Infrared GmbH diente im Test als Referenztemperaturquelle**

Falle der »Testo 885« führte dies dazu, dass die zufällig ausgewählte Kamera in der Disziplin Messgenauigkeit etwas schlechter abschnitt als vom Hersteller erwartet. »Zwar liegen wir mit den gemessenen Werten innerhalb der Toleranz, aber ich hätte mir ein besseres Ergebnis gewünscht«, teilte uns Cornel Rombach vom Produktmanagement der Testo AG mit. Von der Messtechnikabteilung seines Hauses habe er das Feedback erhalten, dass »die Kamera, die zu Ihnen zum Test ging, am unteren Rand liegt, was das Thema Messgenauigkeit angeht. Aber das ist natürlich immer möglich, wenn keine speziell selektierte Kamera, sondern wirklich irgendeine Kamera aus dem Serienprozess verwendet wird«, erklärte Rombach.

Zu den Testberichten gehören auch Thermografieaufnahmen, die mit den jeweiligen Kameras und der zugehörigen Software erstellt wurden. Die Aufnahmen geben somit eine Information über das Gesamtsystem aus Kamera und Software, lassen aber keine direkten Rückschlüsse auf die Qualität des optischen Systems der Kamera (Linse und Sensor) zu. Außerdem lassen sich die Dateien der verschiedenen Auswertungsprogramme nicht nach einem einheitlichen Standard in druckfähige Bilder umwandeln und sind deshalb nur eingeschränkt miteinander vergleichbar.

Bewertet wurden auch die Handhabung und weitere Optionen der Kameras. Hier gibt es große Unterschiede, die sich auch im Preis widerspiegeln.

Schließlich ist auch ein guter Service wichtig, der allerdings nicht getestet wurde. Flir bietet beispielsweise an, Sonderkalibrierungen durchzuführen, also den Messbereich nach Kundenwunsch anzupassen. Im Angebot sind auch Serviceverträge, die unter anderem einen Zeitraum vereinbaren, innerhalb dessen eine Ersatzkamera geliefert wird. Die genauen Bewertungskriterien finden sich im Kasten auf Seite 10.

Das Gesamtergebnis ist jedenfalls erfreulich: Bei 14 Kameras konnte immerhin achtmal die Note »gut« vergeben werden. Und der Testsieger, die »885 mit SuperResolution«-Option von Testo ist nur einen Hauch an der Bestnote »sehr gut« vorbeigeschrammt.

| Juliane Hinz, Anne Kreutzmann, Jochen Siemer

Flir Systems GmbH

i7 – beliebt, aber nur bedingt photovoltaikgeeignet

Romana Brentgens / photon-pictures.com (2)

◂ Kamera raus und loslegen: Auch Laien können mit diesem Modell kaum etwas falsch machen. Für Photovoltaikanwendungen ist die i7 jedoch nur eingeschränkt geeignet.

Das Modell i7 von Flir ist eigentlich gar nicht für Photovoltaikanwendungen vorgesehen, wird aber dennoch von Installateuren genutzt. Das ist zumindest die Erfahrung des Herstellers und auch der Grund, warum wir das Modell im Test aufgenommen haben. Fairerweise läuft es aber außer Konkurrenz, weshalb es auch keine Gesamtnote am Schluss gibt.

Der Grund für die Beliebtheit dürfte der sehr günstige Preis dieses Anfängermodells sein. Mit 2.095 Euro (netto) gehört es zu den drei preiswertesten Thermografiekameras der gesamten Marktübersicht. Flir hat diese Kamera aber nicht nur entwickelt, um ein möglichst günstiges Modell in der Produktpalette zu haben. Als echte Anfängerkamera zeichnet sie aus, dass der Nutzer sozusagen vor sich selbst geschützt wird. So gibt es zum Beispiel keine Möglichkeit, selbst zu fokussieren. Dadurch werden bei der Benutzung durch Laien Fehler vermieden.

Transport

Das gepresste Styropor im kleinen Hartschalenkoffer sorgt für eine hohe Passgenauigkeit, alles bleibt an seinem Platz. Ein mitgeliefertes Vorhängeschloss kann zum Schutz vor unbefugtem Gebrauch angebracht werden. Eine Handschlaufe an der Kamera schützt vor versehentlichem Fallenlassen. Der Koffer ist mit leicht erhöhtem Kraftaufwand zu schließen, was an der Kofferdichtung liegen kann. Für »Dachsteiger« sind optional ein Holster und ein Werkzeuggürtel erhältlich.

Zubehör und Ausstattung

Die Schutzkappe ist integriert, über einen Wippschalter ist die Klappe sehr einfach zu öffnen oder schließen, ein Verlieren unmöglich, was sehr praktisch ist. Die Kamera kann nicht auf einem Stativ befestigt werden. Die Schnittstellen Mini-USB und Netzteilanschluss befinden sich rechts am Griff. Der Slot der SD-Karte sitzt ebenfalls dort.

Handling und Funktionen

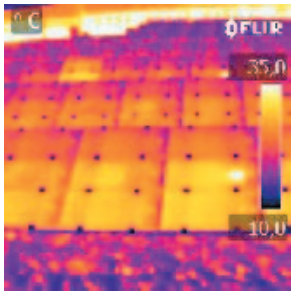
Neben der guten Verarbeitung fällt besonders das geringe Gewicht der Pistolengriff-Kamera auf, schließlich wiegt sie nur 365 Gramm. Die Kamera liegt gut in der Hand, das gut verarbeitete Material fühlt sich angenehm an. Alle Tasten sind mit dem Daumen leicht erreichbar. Die Tasten, deren Funktion eindeutig ist, geben eine gute Rückmeldung. Dickere Finger könnten eventuell Probleme mit dem Steuerkreuz haben, da die Rechts- und Linkspfeiltasten recht klein bemessen sind. Die i7 ist die einzige Kamera im Test, die tatsächlich als Einhandkamera bedient werden kann, was im Wesentlichen am nicht verstellbaren Fokus liegt, was jedoch von Nachteil ist, besonders wenn es um genaue Temperaturmessungen geht. Sie ist für Rechts- und Linkshänder gleichermaßen geeignet. Es kann nur ein einziger Messpunkt gewählt werden (keine Hot- oder Coldspots). Der Speichervorgang geht schnell und unproblematisch vonstatten. Das Handbuch der »Flir i«-Serie ist gut strukturiert, verständlich und umfangreich. In der i7 ist keine Digitalkamera verbaut.

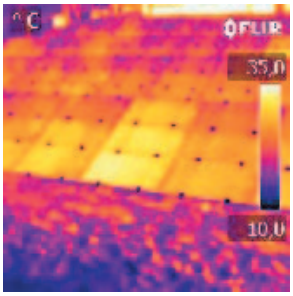
Display

Das hochkant eingebaute, kleine 2,8-Zoll-LC-Display hat eine matte Oberfläche. Draußen ist es durch die recht groß eingeblendeten Informationen Temperaturskala, Emissionsgrad, Akkustatus, Datum und

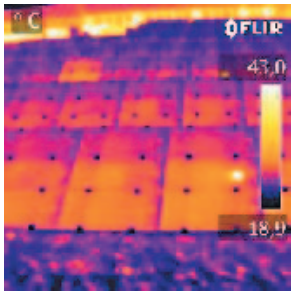
FLIR SYSTEMS I7

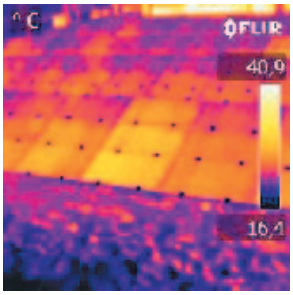
Thermogramme mit manuell eingestelltem Temperaturbereich





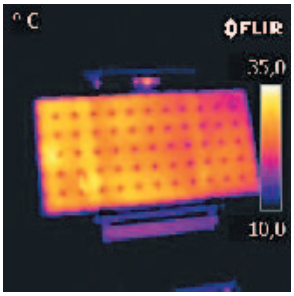
Thermogramme mit automatisch eingestelltem Temperaturbereich

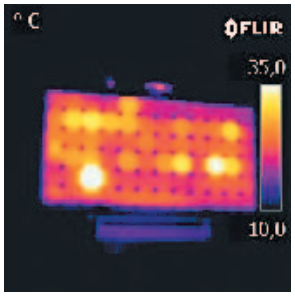




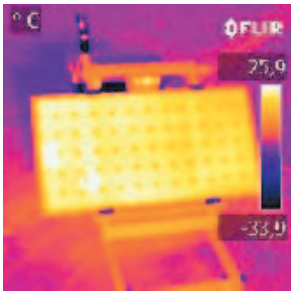
Alle vier provozierten Fehler (erwärmte Zellen, Strings im Leerlauf) in der ersten und dritten Modulreihe wurden erkannt, sowohl auf dem Display als auch auf dem Computermonitor

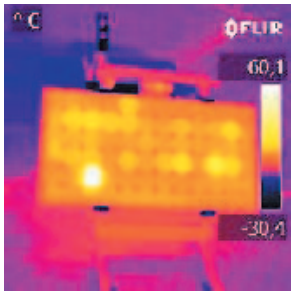
Thermogramme mit manuell eingestelltem Temperaturbereich





Thermogramme mit automatisch eingestelltem Temperaturbereich





Die teilverschattete Zelle ist im MPP-Betrieb (Bild links) schwach erkennbar, im Kurzschlussbetrieb erwärmt sich die Zelle stärker, was auch deutlich im Thermogramm erkennbar ist

Uhrzeit ablesbar, eine Verbesserung erhält man durch die Verschattung mit der Hand. Es gibt keine Sonnenblende, lediglich der um das Display verlängerte Gehäuserand scheint als Abschirmung zu dienen. Die Steuerung erfolgt ausschließlich über Tasten. Helligkeit und Kontrast überzeugen, die Schärfe des Thermogramms allerdings könnte verbessert werden. Gespeicherte Thermogramme sind als Miniaturansicht in einer Bildergalerie dargestellt und somit leicht auffindbar, was bei allen Flir-Kameras Standard ist.

Energieversorgung

Leider ist der Akku fest im Gerät verbaut, weshalb die komplette Kamera zum Laden anzuschließen ist und man sich nicht mit Wechselakkus behelfen kann. Allerdings hält eine Akkuladung recht lang (siehe Akkutest). Ein Anschluss für den Zigarettenanzünder wird als Zubehör angeboten, damit ließe sich die Kamera auch unterwegs im Auto laden.

Software

Reibungslose Installation von »Flir Tools«, das ebenso wie das PDF-Manual auf CD beigelegt ist (automatische Updates). Alternativ kann die intuitiv benutzbare Software auch von der Homepage geladen werden.

Zu Beginn öffnet man die Thermogramme in der Bibliothek, wo sie auch bearbeitet werden können. Das Erstellen eines Berichts ist kinderleicht, da das analysierte Thermogramm auf Befehl in eine Berichtsvorlage (automatisch in neuem Reiter geöffnet) gelegt werden kann. Die Informationen zum Bild sind darin hervorragend strukturiert, zudem können Texte, sonstige Informationen und ein eigenes Firmenlogo eingefügt werden. Die Thermogramme selbst werden von der Kamera immer als JPEG gespeichert. Wer andere Formate oder die Temperaturdaten in einer Excel-Tabelle benötigt, muss »Flir Quick Report«, eine ältere Auswertesoftware, von der Homepage des Herstellers laden. Etwas ärgerlich ist, dass, sobald Marker oder Ähnliches eingefügt werden, die Temperaturinformationen auf das Bild gelegt werden. In der Bibliothek selbst sind diese noch neben dem Thermogramm aufgelistet, schaut man sich aber nur das verkleinerte JPEG an oder fügt dieses irgendwo ein, ist auf dem Bild vom Thermogramm nur noch wenig zu sehen. Die Anzeige des Displays unterwegs wird nicht beeinflusst, da es hier ja nur einen einzigen Messpunkt gibt.

Zwei Gigabyte Speicherplatz befinden sich auf der mitgelieferten SD-Karte, alternativ ist auch die Datenübertragung von der Kamera per USB-Kabel möglich.

Fazit

Die i7 ist ein extrem leichtes, gut verarbeitetes, selbsterklärendes Gerät im unteren Preissegment, dessen Handhabung gefällt. Der Funktionsumfang fällt allerdings eher gering aus. Zudem ist der Akku nicht wechselbar, weshalb der mobile Einsatz geplant sein will. Sofern dieser überhaupt stattfindet, da durch die fehlende Fokussiermöglichkeit Abstriche bei der Schärfe der Thermogramme zu erwarten sind. Damit eignet sich die i7 zwar zur schnellen Fehlersuche mit einfachster Bedienung auf begrenzten Arealen, bei Solarmodulen muss man aber sehr dicht ans Objekt, um noch gute Bilder zu erzielen. *jhz*

Flir Systems GmbH

E30 – ein (fast) perfektes Einsteigermodell

Die E30 ist das Einsteigermodell dieser Kamerareihe von Flir und mit 2.995 Euro (netto) vergleichsweise preiswert. Für den Test stellte Flir in Gebrauch befindliche Kameras zur Verfügung, keine Neugeräte.

Romana Brentgens / photon-pictures.com (2)

Preiswert und gut: Lediglich bei der Bildqualität enttäuscht die E30 ein wenig, hier könnte das Thermogramm gern etwas schärfer sein

Transport

Das gepresste Styropor im robusten Hartschalenkoffer sorgt für eine hohe Passgenauigkeit, alles bleibt gut geschützt an seinem Platz. Das Öffnen und Schließen ist simpel und unproblematisch. Eine Handschlaufe an der Kamera schützt vor versehentlichem Fallenlassen. Eine Tasche mit Schulterschlaufe ist optional erhältlich, ebenso ein Werkzeuggürtel.

Zubehör und Ausstattung

Die Kappe zum Schutz der Optik ist problemfrei zu benutzen, ein Schutzbändchen verhindert das Verlieren. Der flexible Kunststoff schmiegt sich perfekt auf die Kamera, wodurch ein fester Halt gegeben ist. Es besteht die Möglichkeit der Stativbefestigung, dafür benötigt man einen Adapter.

Handling und Funktionen

Die Kamera ist hochwertig verarbeitet, nichts wackelt oder knarzt, der Pistolengriff ist rutschfest. Alle Tasten sind mit dem Finger problemlos erreichbar, der Auslöser gibt eine gute Rückmeldung, das Bild wird sofort (ohne zusätzliche Bestätigung) gespeichert, dies ist je nach Geschmack einstellbar, großartig! Die Steuerung gestaltet sich durch die intuitive Bedienung einfach, die Bedeutung der Tasten ist klar.

Die Pistolenform ermöglicht die Einhandbedienung (zum Fokussieren ist die zweite Hand nötig) und ist für Rechts- und Linkshänder gleichermaßen geeignet. Der Stativadapter verursacht ein leichtes Verrutschen des Motivs beim Auslösen; wenn eine spezielle Stelle mit Messpunkt gemessen werden soll, liegt dieser beim Auslösen eventuell nicht mehr exakt drauf, sondern leicht daneben. Es kann nur ein Messpunkt benutzt werden, Hot- und Coldspots werden nicht angeboten. Die Bedienungsanleitung (PDF) ist leicht verständlich und sehr umfangreich, es sind außerdem zusätzliche Informationen beigefügt (thermische Messtechniken, Geschichte der Infrarot-Thermografie, Theorie der Thermografie, die Messformel, Emissionstabellen). Die Bedienungsanleitung ist für die komplette E-Serie gültig, daher sind die technischen Daten in einem anderen Ordner der CD nachzulesen. Ein wenig mehr Individualität wäre zwar wünschenswert, ist aber nicht zwingend nötig, da die Kamera nahezu selbsterklärend ist.

Display

Die E30 ist sowohl per Finger über einen mittelgroßen, matten 3,5-Zoll-Folien-Touchscreen als auch über Tasten zu bedienen. Die Menüführung ist übersichtlich und intuitiv bedienbar. Allerdings ist das Bild leicht verrauscht (»pixelig«). Grundsätzlich findet man den Akkustatus und das Symbol der – sofern vorhanden – SD-Karte (nebst Speicherkapazität!) auf dem Display, weitere anzuzeigende Informationen sind aus einer Liste wählbar – sehr gut! Eine Digitalkamera ist integriert und macht zeitgleich mit dem Thermogramm ein Foto (optional einstellbar – sehr gut!). Draußen verschattet man (bei allen Kameras) intuitiv mit der Hand das Display, um besser sehen zu können. Eine Sonnenblende ist optional erhältlich. Der Fokus ist über das leichtgängige Rad gut einzustellen. Die gespeicherten Bilder werden auf dem Display als Miniaturbild in einer Galerie angezeigt – klasse.

Energieversorgung

Hier hat sich der Hersteller wirklich Gedanken gemacht, denn der Akku lässt sich kinderleicht wechseln. Einfach den Knopf unter dem Haltegriff drücken (reagiert schnell und ohne große Kraft, löst sich jedoch nicht aus Versehen), Deckel hochklappen, an der robusten Folie ziehen, Akku herausnehmen. Ein sehr fingerfreundliches System – hervorragend! Der Akku ist sowohl separat im Ladegerät als auch in der Kamera ladbar. Wechselakku inklusive Ladestation für zwei Akkus lagen bei, was sehr praktisch ist.

Software

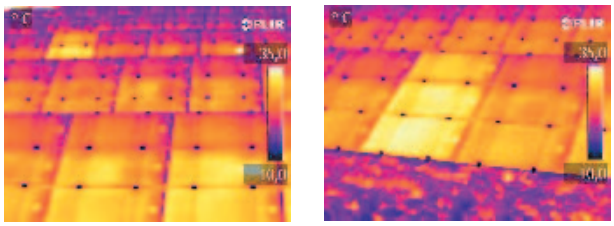
Reibungslose Installation von »Flir Tools«, das ebenso wie das PDF-Handbuch auf CD beigelegt ist (automatische Updates). Alternativ kann die intuitiv benutzbare Software auch von der Homepage geladen werden.

Zu Beginn öffnet man die Thermogramme in der Bibliothek, wo sie auch bearbeitet werden können. Das Erstellen eines Berichts ist kinderleicht, da das analysierte Thermogramm auf Befehl in eine Berichtsvorlage (automatisch in neuem Reiter geöffnet) gelegt werden kann. Die Informationen zum Bild sind darin hervorragend strukturiert, zudem können Texte, sonstige Infor-

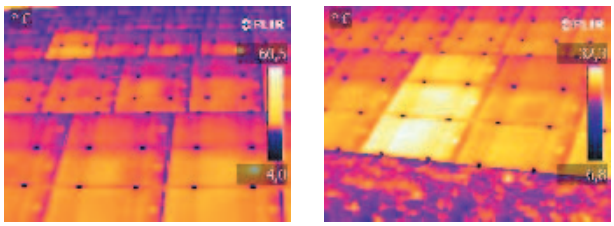
Photon
DAS SOLARSTROM-MAGAZIN
Flir Systems E30
gut
5/2013
www.photon.info/labor

FLIR SYSTEMS E30

Thermogramme mit manuell eingestelltem Temperaturbereich

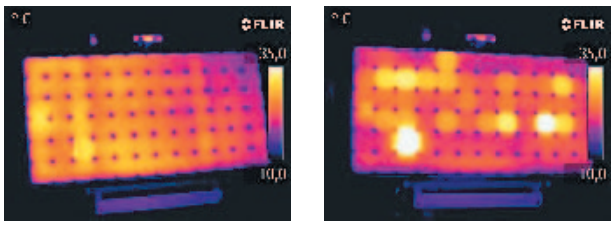


Thermogramme mit automatisch eingestelltem Temperaturbereich

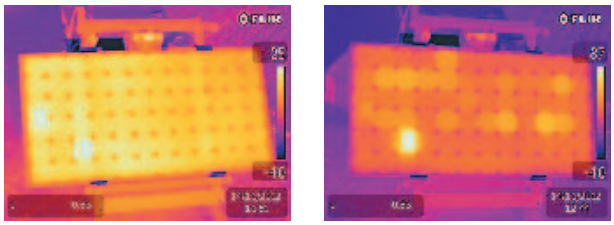


Alle vier provozierten Fehler (erwärmte Zellen, Strings im Leerlauf) in der ersten und dritten Modulreihe wurden erkannt, sowohl auf dem Display als auch auf dem Computermonitor

Thermogramme mit manuell eingestelltem Temperaturbereich



Thermogramme mit automatisch eingestelltem Temperaturbereich



Die teilverschattete Zelle ist im MPP-Betrieb (Bild links) nur schwach erkennbar, im Kurzschlussbetrieb erwärmt sich die Zelle stärker, was auch deutlich im Thermogramm erkennbar ist

mationen und das eigene Firmenlogo eingefügt werden. Die Thermogramme selbst werden von der Kamera immer als JPEG gespeichert. Wer andere Formate oder die Temperaturdaten in einer Excel-Tabelle benötigt, muss »Flir Quick Report«, eine ältere Auswertesoftware, von der Homepage laden. Etwas ärgerlich ist, dass die Temperaturinformationen auf das Bild gelegt werden, sobald Marker oder Ähnliches eingefügt werden. In der Bibliothek selbst sind diese noch neben dem Thermogramm aufgelistet, schaut man sich aber nur das verkleinerte JPEG an oder fügt dieses irgendwo ein, ist auf dem Bild vom Thermogramm nur noch wenig zu sehen. Die Anzeige des Displays unterwegs wird nicht beeinflusst, da es hier ja nur einen einzigen Messpunkt gibt.

Zwei Gigabyte Speicherplatz ist auf der mitgelieferten Speicherkarte, alternativ ist die Datenübertragung von Kamera über USB-Kabel möglich. Hat man keine SD-Karte zur Hand, kann ein USB-Stick an den Slot rechts neben dem Display eingesteckt werden. Sind beide Speichermedien ans Gerät angeschlossen, verwendet die Kamera das zuerst eingesteckte.

Fazit

Gute Verarbeitung und hohe Bedienerfreundlichkeit im unteren Preissegment gewünscht? Bitte schön, hier überzeugt die E30. Die Bedienung erfolgt intuitiv über Touchscreen oder Tasten, und zwar ohne sich vorher auf nur eine Steuermöglichkeit festlegen zu müssen. Auch beim Speichern ist man nicht festgelegt, denn dies erfolgt über SD-Karte oder USB-Stick, der direkt in die Kamera gesteckt werden kann. Überhaupt sind viele Optionen vom Benutzer einstellbar, was unterschiedliche Geschmacksrichtungen bedient, wenn es beispielsweise darum geht, was auf dem Display abgebildet werden soll oder welche zusätzlichen Informationen mit den Temperaturdaten abgespeichert werden sollen. Den Fokus stellt man über ein leichtgängiges Rad stufenlos ein, was sehr gefällt. Bei der Bildqualität jedoch enttäuscht die E30 ein wenig, hier könnte das Thermogramm gern etwas schärfer sein. Alles in allem ist das Bild nicht schlecht, die Informationen im Hintergrund sind gut erkennbar, Helligkeit und Kontrast gut.

Die Homepage ist übersichtlich, Gesuchtes wird leicht gefunden, der Informationsgehalt ist ernorm. Überhaupt bietet Flir für sämtliche Kameras ein Füllhorn an Zusatzequipment – besser geht's nicht. *jhz*

Flir Systems GmbH

E60 – die Kamera für höhere Ansprüche

Die E60 ist der E30 recht ähnlich, hat aber eine höhere Empfindlichkeit und mehr Messpunkte im Display (76.800 statt 19.200). Die Detektorauflösung beträgt 320 mal 240 Pixel statt 160 mal 120 bei der E30. Das alles lässt sich Flir bezahlen: Mit 7.495 Euro (netto) ist die E60 nicht ganz billig, aber ihren Preis wert, wie unser Test zeigt.

Romana Brentgens / photon-pictures.com (2)

▲ **Die Flir E60 ist der größere Bruder des Einsteigermodells E30 – etwas teurer, dafür aber mit deutlich besserer Bildqualität**

Transport / Zubehör und Ausstattung / Handling und Funktionen

(wie bei E30)

Display

Im Wesentlichen gleichen die Ergebnisse denen der E30. Da bis zu drei Messpunkte eingefügt werden können, tritt hier das Problem mit dem verdeckten Bildschirm allerdings auch schon unterwegs beim Display auf. Die Schärfe ist besser als bei der E30, es tritt weniger Rauschen auf. Die Sonnenblende liegt bei.

Energieversorgung

Wie bei der E30. Wechselakku und Ladestation liegen jedoch nicht bei, sondern müssen nachgekauft werden.

Photon
DAS SOLARSTROM-MAGAZIN
Flir Systems E60
gut
5/2013
www.photon.info/labor

Software

Die Installation des Programms »Flir Tools«, das ebenso wie das Handbuch als PDF auf CD beigelegt ist (automatische Updates), klappte reibungslos.

Ergänzend kann die Vorgängersoftware »Flir Quick Report« von der Homepage des Herstellers heruntergeladen werden. Wem das alles nicht reicht, bekommt für etwa 250 Euro auch die Profi-Software »Flir Reporter«, die man zuvor als 30-Tage-Testversion ausprobieren kann. Außerdem bietet Flir diverse Apps an (Apple: »Flir Remote App«, »Flir Viewer App«; Android: »Flir Tools Mobile«). Diese sind mit allen WLAN-fähigen Flir-Kameras nutzbar, beispielsweise kann ein Smartphone als Display über Distanzen genutzt werden.

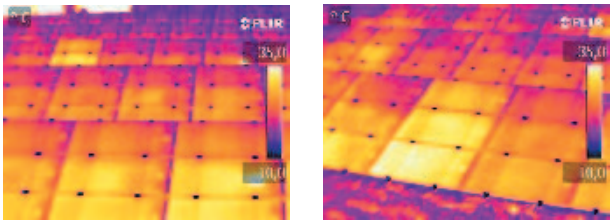
Hinsichtlich der Datensicherung und -übertragung gleicht die E60 der E30.

Fazit

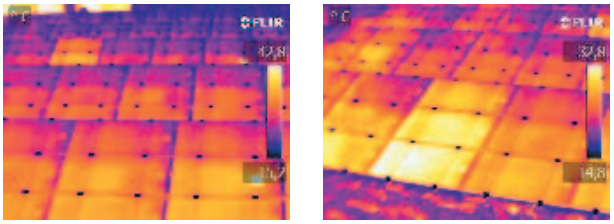
Worin unterscheiden sich die E30 und die E60? Der Bedienkomfort gefällt ebenso wie die Möglichkeit, sämtliche Funktionen je nach Geschmack des Bedieners einzustellen, auch die Fokussierung und das Wechseln des Akkus fallen positiv auf. Die Bildqualität ist aber besser als bei der E30, was an der höheren Auflösung liegen mag. Es können außerdem bis zu drei Messpunkte eingefügt werden, Hot- und Coldspots stehen nicht zur Verfügung. Zusätzlich kann die Smartphone- und Tablet- App über WiFi mit der Kamera verbunden werden. Eine solide Kamera, die den häufigsten Anwendungsfällen gewachsen sein sollte. *jhz*

FLIR SYSTEMS E60

Thermogramme mit manuell eingestelltem Temperaturbereich

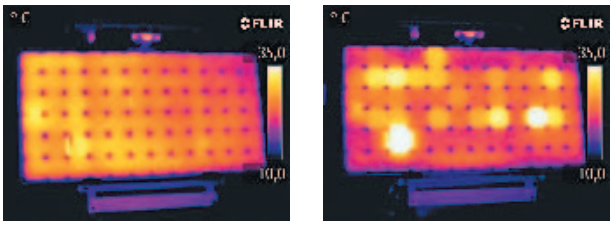


Thermogramme mit automatisch eingestelltem Temperaturbereich

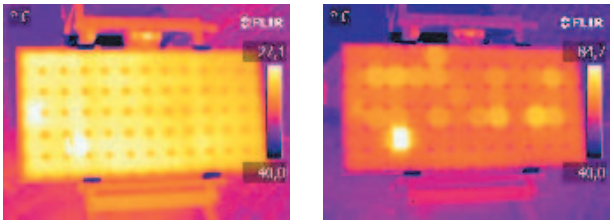


Alle vier provozierten Fehler (erwärmte Zellen, Strings im Leerlauf) in der ersten und dritten Modulreihe wurden erkannt, sowohl auf dem Display als auch auf dem Computermonitor

Thermogramme mit manuell eingestelltem Temperaturbereich



Thermogramme mit automatisch eingestelltem Temperaturbereich



Die teilverschattete Zelle ist im MPP-Betrieb (Bild links) nur schwach erkennbar, im Kurzschlussbetrieb erwärmt sich die Zelle stärker, was auch deutlich im Thermogramm erkennbar ist

inter solar

connecting solar business | EUROPE

19–21 JUNI 2013

www.intersolar.de

Die weltweit größte
Fachmesse der Solarwirtschaft
Messe München

Die Intersolar Europe bietet topaktuelles Insiderwissen über den dynamischen Solarmarkt

- Treffen Sie 1.500 internationale Aussteller
- Lernen Sie die neuesten Innovationen kennen
- Sichern Sie sich Ihren Informationsvorsprung
- Lassen Sie sich inspirieren!

Aktuelle Informationen
erhalten Sie hier!

Flir Systems GmbH

T440 – Bequemlichkeit durch Autofokus

Romana Brentgens / photon-pictures.com (2)

◂ Auch der Test der T440 läuft außer Konkurrenz, da die Kamera mit knapp 11.000 Euro teurer ist als die Obergrenze von 10.000 Euro, die wir für den vergleichenden Test festgelegt haben

Die T440 ist eine sehr hochwertig verarbeitete Kamera und übersteigt mit einem Nettopreis von 11.000 Euro das für diesen Test gesetzte Limit. Da uns die Kamera von Flir zur Verfügung gestellt wurde, haben wir sie natürlich gern ausprobiert und unsere Erfahrungen notiert. Lediglich die Testaufnahmen auf dem Modulfeld mussten entfallen, da Flir das gute Stück vor Abschluss des Tests zurückhaben musste.

Transport

Das gepresste Styropor im robusten Hartschalenkoffer sorgt auch bei diesem Flir-Modell für eine hohe Passgenauigkeit, alles bleibt gut geschützt an seinem Platz. Der Koffer lässt sich unproblematisch öffnen und schließen. Ein Handgurt an der Kamera erhöht den Haltekomfort. Zusätzlich ist ein Schultergurt im Lieferumfang enthalten, den man bei Bedarf ganz einfach an der Kamera befestigt, um sie wie eine Spiegelreflexkamera um den Hals zu hängen.

Zubehör und Ausstattung

Die Schutzkappe passt hervorragend auf die Optik, jedoch ist der »Deckel« flacher als bei der E-Serie, weshalb die Kappe zwar nicht einfach so abfällt, aber die Gefahr, dass dies geschieht, leicht erhöht ist. Die Kamera kann ohne besonderen Adapter auf einem Stativ befestigt werden. Eine Sonnenblende liegt bei.

Handling und Funktionen

Die T440 überzeugt in der Verarbeitung, nichts knirscht. Die Kamera liegt durch ihre ergonomische Form hervorragend in der Hand. Linkshänder könnten sich möglicherweise etwas schwerer tun, da sich die Bedienknöpfe auf der rechten Seite, die auch als Griffseite vorgesehen ist, befinden.

Zwar ist wie in der E-Serie ein Folien-Touchscreen verbaut, soll die Kamera jedoch als Einhandgerät fungieren, ist dies hauptsächlich über die Knöpfe und den Joystick auf der rechten Seite möglich. Wen das nicht stört, hat bei der Steuerung keine Probleme, denn alle für die Messung nötigen Tasten sind gut erreichbar. Autofokus und Auslöser befinden sich auf derselben Taste, was anfangs nervt: Man hat den manuellen Fokus elektrisch perfekt eingestellt, will ein Thermogramm aufnehmen, drückt auf den Auslöser – und dann reagiert leider der Autofokus. Denn je nach Größe des einwirkenden Drucks reagiert entweder das eine oder das andere. Abhilfe schafft glücklicherweise eine Einstellung, die den Auslöser auch auf eine programmierbare Taste legen kann. Display und Optik sind problemfrei gegeneinander verschiebbar, was den Benutzerkomfort erhöht. Obgleich dies leichtgängig funktioniert, verrutscht die eingestellte Position nicht, was bemerkenswert ist. Zusätzlich muss hier erneut die hervorragende Verarbeitung erwähnt werden: Es sind keine beweglichen Spalte, keine Instabilitäten vorhanden, die Sorgen bereiten könnten. Die positiv aufgefallenen Features der E-Serie überzeugen auch hier: Einfache, gut strukturierte Menüführung, die Möglichkeit individueller Einstellungen und zusätzliche Features wie »MSX« (siehe unter »Software«) begeistern Anfänger und befriedigen Fortgeschrittene. Eine Digitalkamera ist vorhanden. Es können bis zu fünf Messpunkte ins Display eingefügt werden. Das Bedienerhandbuch ist buchstäblich vielseitig und gut verständlich, die technischen Daten müssen separat auf der CD nachgelesen werden. Die Infrarotoptik ist austauschbar, mehrere Wechseloptiken sind erhältlich.

Display

Ein LCD-Touchscreen mit 3,5 Zoll Bildschirmdiagonale ermöglicht das Skizzieren im Bild, um Problembereiche zu kennzeichnen oder Kommentare ohne extra Stift und Papier aufzuschreiben. Ansonsten unterscheidet sich das Display offenbar nicht von dem der E-Serie.

Energieversorgung

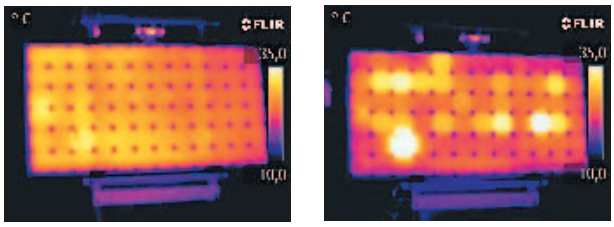
Nicht nur ein Wechselakku ist im Lieferumfang enthalten, sondern auch eine Ladestation, die beide Akkus gleichzeitig zu laden ermöglicht – perfekt! Das Tauschen des Akkus im Gerät verläuft meist ohne Komplikationen, manchmal hakt der kleine rote Hebel ein wenig, der zum Herauslösen des Akkus vorgesehen ist.

Software

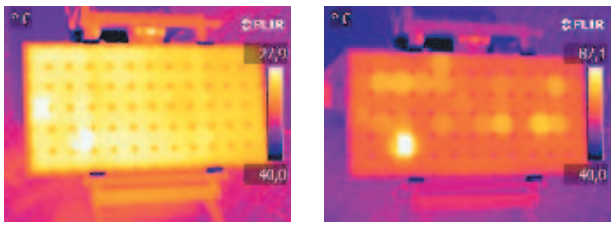
Die Software entspricht derjenigen der Modelle E30 und E60. Es gibt jedoch mit dem »Multi Spectral Dyna-

FLIR SYSTEMS T440

Thermogramme mit manuell eingestelltem Temperaturbereich



Thermogramme mit automatisch eingestelltem Temperaturbereich



Die teilverschattete Zelle ist im MPP-Betrieb (Bild links) nur schwach erkennbar, im Kurzschlussbetrieb erwärmt sich die Zelle stärker, was auch deutlich im Thermogramm erkennbar ist

mic Imaging« (MSX) eine spezielle Funktion, die die Konturen eines visuellen Bilds im Thermogramm anzeigt und das Gesamtbild so deutlich detailreicher macht. Das ist ein sehr gutes Feature, mit dem beispielsweise die Beschriftungen eines Sicherungskastens erkennbar und Auffälligkeiten eindeutig zuzuweisen sind. Ein zusätzliches Digitalbild ist nahezu überflüssig.

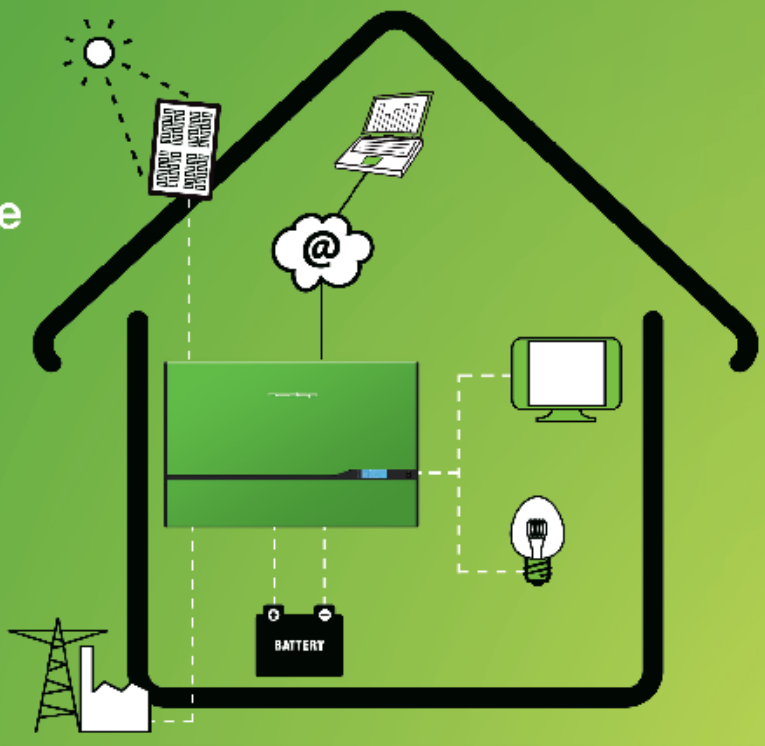
Fazit

Die T440 ist eine intuitiv bedienbare Kamera mit mehreren benutzerspezifischen Einstellungsmöglichkeiten und Zusatzoptionen. Ihre Form ermöglicht nicht nur einen hohen Tragekomfort, sondern auch mehr Flexibilität bei der Messung, da die Ausrichtung von Bildschirm und Optik veränderbar ist. Mehr Freiheit hat man auch bei der Wahl der Speichermedien, möglich sind SD-Karte und USB-Stick. Die Fokuseinstellung erfolgt elektrisch über einen Schalter, besser gefällt aber das System mit dem zu drehenden Rad der E- Serie, da es mehr Sicherheit in der Genauigkeit der Einstellung vermittelt. Dafür ist bei der T440 ein Autofokus vorhanden, der recht zuverlässig arbeitet und nur minimal zu korrigieren ist. Das Display scheint sich nicht von denen der E-Serie zu unterscheiden, Helligkeit und Kontrast sind gut. Da der Preis unser für den Test festgelegtes Limit übersteigt, erhält die T440 von uns keine Bewertung. *jhz*

Wir sind bereit, Sie auch?

Speicherförderung mit dem PowerRouter

All-in-One PowerRouter Eigenverbrauchslösung. Nutzen Sie Ihren eigenen Strom optimal.



the PowerRouter
you're in charge

nedap

www.PowerRouter.com

Fluke Corp.

TiR125 – grundsolide Kamera im mittleren Preissegment

Romana Brentgens / photon-pictures.com (2)

Die TiR125 mit Pistolengriff liegt gut in der Hand und ist auch sonst überzeugend. Sie weist das Display mit der höchsten Helligkeit aller getesteten Geräte auf.

Die TiR125 wurde für die Gebäudediagnostik konzipiert, kommt aber auch im Solarbereich zum Einsatz. Mit einem Nettopreis von 4.995 Euro liegt sie im mittleren Preissegment.

Transport

In dem kleinen gelben Koffer ist erstaunlich viel Platz, zudem lässt er sich sehr einfach öffnen und schließen. Er enthält eine herausnehmbare Tasche, die man sich dank eines Gurts über die Schulter hängen kann – praktisch für den Transport auf Leiter oder Dach.

Zubehör und Ausstattung

Die Schutzklappe der Optik kann nicht verloren gehen, da sie an der Kamera befestigt ist und bei Bedarf einfach auf das Gehäuse geklappt wird. Die geschlossene Klappe aus der Sicherung nach oben zu drücken ist zu Beginn nicht fingerfreundlich, erst nach einigem Benutzen wird der Mechanismus leichtgängiger. Seitlich rechts neben dem Display ist je ein Anschluss für USB und Netzkabel sowie der Port für die SD-Karte vorhanden. Eine Sonnenblende ist optional erhältlich, ebenso eine Stativhalterung.

Handling und Funktionen

Die schmale Kamera mit dem Pistolengriff kann von Rechts- und Linkshändern benutzt werden, da sich der Handriemen auf beiden Seiten befestigen lässt. Die Steuerung über drei Funktions- und vier Pfeiltasten gestaltet sich sehr angenehm, wenn man von dem nervigen Klickton der Tasten einmal absieht. Die Art der Fokussierung stört: Hierfür ist ein Halbrad vorgesehen, das nach rechts und links bis zu einem gewissen Grad beweglich ist. Allerdings hat man damit gerade bei der Außenmessung Probleme, man hat das Gefühl, dass die Thermogramme nie vollkommen scharf sind. Die Bedienungsanleitung sagt, durch »OptiFlex«-Fokus soll das Fokusrad ab einer Entfernung von vier Fuß (!) bei der weißen Markierung stehen; fraglich ist, warum dieser Wert nicht zusätzlich als SI-Einheit, also in Metern, angegeben wird. »Level« und »Span« (Temperaturpegel und -spanne) sind manuell einstellbar. Der Auslöser greift gut, zum finalen Speichern bedarf es allerdings noch einer Betätigung der linken Funktionstaste. Diese Einstellung ist leider nicht veränderbar. Es können bis zu drei Messpunkte sowie Hot- oder Coldspots eingeblendet werden.

Das gedruckte Handbuch ist recht dünn, es enthält aber genügend Informationen zur Kamera, jedoch kaum welche zur Nutzung der Software. Es ist übersichtlich strukturiert und verständlich. Ein Kapitel zur Störungssuche ist nicht vorhanden, es wurde allerdings auch nicht benötigt.

Display

Das nicht schwenkbare, 3,5 Zoll messende LC-Display hat eine sehr glatte, spiegelnde Oberfläche. Durch das hochkant eingebaute Display bekommt man einen vergleichsweise schmalen Ausschnitt der Umgebung, gegebenenfalls ist die Entfernung oder die Ausrichtung der Kamera zu verändern. Es zeigt alle wichtigen Parameter deutlich und in angemessener Größe an. Die Bedienung erfolgt ausschließlich über die Tasten. Die Helligkeitsstufe ist verstellbar, bei höchster Einstellung besitzt die TiR125 das hellste Display aller Kameras im Test. Es ist im Außenbereich ablesbar, allerdings verschattet

man auch hier intuitiv mit der Hand.

Energieversorgung

Die Entwickler haben eine praktische Lösung gefunden. Wie man es von Kleinkaliberwaffen aus Hollywoodfilmen kennt, wird der Akku hier ähnlich wie ein Magazin gewechselt: Er wird einfach in den Griff der Kamera gesteckt, was schnell vonstattengeht. Zudem kann man sich den Ladestatus über eine Fünf-Segment-LED-Anzeige direkt am Akku anzeigen lassen (nur möglich, wenn dieser nicht in der Kamera steckt). Ist der Status eher gering, steht ein beigelegter Wechselakku zur Verfügung. Die Ladestation bietet Platz für zwei Akkus – klasse und sehr praktisch! Alternativ kann der Akku in der Kamera geladen werden. Ohne Akku sollte die Kamera nicht liegen gelassen werden, da es keine Schutzkappe gibt und in das Akkufach schnell Staub und Schmutz eindringen können (man schaut auf eine Platine und daran vorbei in das Innenleben der Kamera).

Software

Die »SmartView«-Software liegt als CD bei, ebenso eine »Getting Started DVD«. Die Installation ist unproblematisch, man fragt sich jedoch, weshalb gleich zweimal die Sprache auszuwählen ist. Die zu öffnenden Thermogramme werden gewählt und in der Software als kleines Bild angezeigt. Ein einzelnes Thermogramm kann durch einen Doppelklick zum Bearbeiten geöffnet werden, die Ansicht ist dann größer, und die Bearbeitungsmöglichkeiten werden deutlich angezeigt, was das Handling sehr erleichtert. Schöner wäre es, wenn die Thermogramme nicht über-, sondern nebeneinander geöffnet würden. Die im Bericht erscheinenden Infos sind über das Setzen von Häkchen komplett wählbar, der Informationsgehalt ist enorm. Insgesamt erscheint das Bericht-Layout nicht ganz so professionell. Die Thermogramme sind als Bilder (sämtliche Formate wählbar) und als reine Temperaturdaten (TXT-Datei) ganz simpel exportierbar.

Als spezielle Option wird »IR-Fusion« angeboten, hier legt man das Infrarotbild über das visuelle Bild (verschiedene Mischstufen möglich).

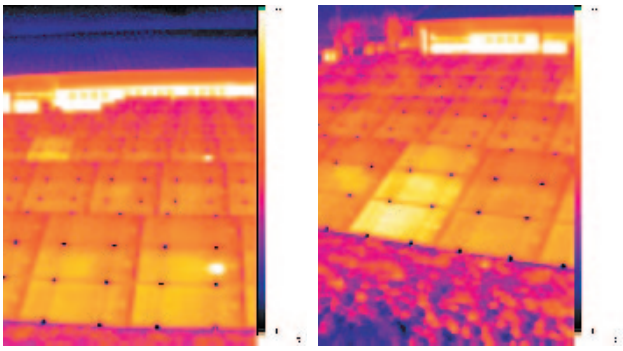
Daten können von der Zwei-Gigabyte-Karte mit dem im Lieferumfang enthaltenen Kartenlesegerät oder mit dem USB-Kabel übertragen werden.

Fazit

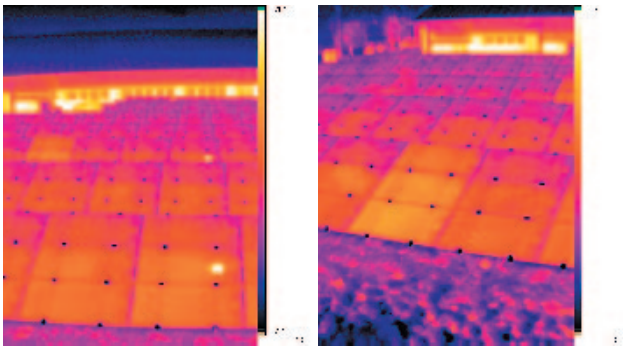
Die TiR125 gehört zu den Thermografiekameras mit ergonomischem Pistolengriff. Ebenfalls von Waffen inspiriert scheint die gelungen umgesetzte Idee der Akkuposition. Der im Lieferumfang enthaltene Wechselakku und die Ladestation für zwei Akkus sind sehr praktisch. Die Ladezeit ist mit 2,5 Stunden besonders kurz. Für die Bedienung über die Tasten benötigt man nicht unbedingt ein Handbuch (höchstens, um nachzusehen, ob oder wie das recht laute Klicken der Tasten abzustellen ist), da die Menüführung gut strukturiert ist. Das Display spiegelt durch die glatte Oberfläche verhältnismäßig stark, macht dies aber durch eine unglaubliche Helligkeit und einen guten Kontrast wieder wett. Die Art der Fokussierung wirft die Kamera beim Handling zurück, hier hätte ein Fokusrad ähnlich dem des großen Bruders TiR32 in Sachen Bedienung vollkommen überzeugt. Die Software ermöglicht eine Vielzahl an Analysemöglichkeiten, die durch die einfache Menüführung auch nicht verborgen bleiben. *jhz*

FLUKE TIR125

Thermogramme mit manuell eingestelltem Temperaturbereich

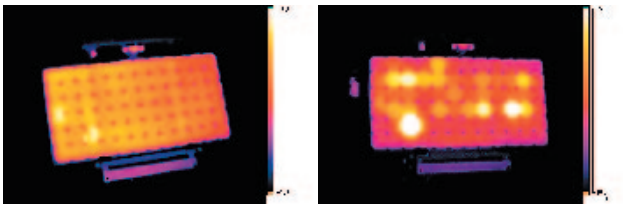


Thermogramme mit automatisch eingestelltem Temperaturbereich

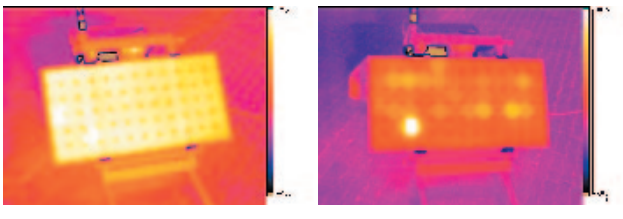


Alle vier provozierten Fehler (erwärmte Zellen, Strings im Leerlauf) in der ersten und dritten Modulreihe wurden erkannt, sowohl auf dem Display als auch auf dem Computermonitor

Thermogramme mit manuell eingestelltem Temperaturbereich



Thermogramme mit automatisch eingestelltem Temperaturbereich



Die teilverschattete Zelle ist im MPP-Betrieb (Bild links) schwach erkennbar, im Kurzschlussbetrieb erwärmt sich die Zelle stärker, was auch deutlich im Thermogramm zu sehen ist. Auf beiden Thermogrammen sind Zellstrukturen nur anhand der rautenförmigen Zwischenräume auszumachen.

Fluke Corp.

TiR32 – bewährtes Profi-Modell

Die TiR32 ist mit 7.495 Euro (netto) deutlich teurer als das Modell TiR125. Dafür hat sie ein größeres Display und eine höhere Empfindlichkeit. Die Detektorauflösung beträgt 320 mal 240 Pixel statt 160 mal 120 Pixel beim preiswerteren Modell. Die TiR32 ist schon seit einiger Zeit auf dem Markt und eine der wenigen Kameras, die bereits im Vorgängertest 2010 mit dabei waren.

Romana Brentgens / photon-pictures.s.com (2)

Die TiR32 ist eine solide Kamera mit ergonomischem Pistolengriff. Detektorauflösung und Empfindlichkeit sind besser als bei der TiR125.

Transport

(wie bei der TiR125)

Zubehör und Ausstattung

Die Schutzklappe der Optik kann nicht verloren gehen, da sie an der Kamera befestigt ist und bei Bedarf einfach auf das Gehäuse geklappt wird und dort, wenn gewünscht, einrastet. Zu beachten ist, dass die Schutzklappe lediglich vor Schäden schützt, jedoch nicht vor Verschmutzung. Bei der Verwendung von Wechselobjektiven kann die Klappe nicht mehr vollständig geschlossen werden, da die Optik auf die vorhandene gesetzt wird. Das Fehlen jeglicher USB-Anschlüsse enttäuscht, allein ein Slot für SD-Karten und ein Netzteilanschluss sind seitlich rechts neben dem Display vorhanden.

Handling und Funktionen

Für eine Handkamera mit Pistolengriff ist die TiR32 recht klobig, aber sowohl Rechts- als auch Linkshänder können damit arbeiten, der Handriemen kann auf der gewünschten Seite befestigt werden. Als Fallschutz ist dieser aber nur bedingt wirksam. Die Kamera gibt beim Ein- und Ausschalten ein akustisches Signal von sich, was eine gute Rückmeldung ist. Das Klickgeräusch der Tasten hingegen nervt auf Dauer. Die Einstellung »Auto-Aus« fehlt. Überhaupt gestaltet sich die Steuerung umständlich, da nur drei Funktionstasten vorhanden sind, was in diesem Fall bedeutet, alle möglichen Parameter nacheinander durchgehen zu müssen, bis die gewünschte Option auf dem Display erscheint und dann erst einstellbar ist. Der Fokus ist über ein drehbares Rad super einzustellen. Der Auslöser gibt Rückmeldung, danach allerdings muss zusätzlich eine andere Taste betätigt werden, um zu speichern. Diese Einstellung ist leider nicht veränderbar. Es sind nur ein Messpunkt und je ein Hot- und Coldspot platzierbar. Der verarbeitete Kunststoff ist angenehm. Das in mehreren Sprachen beiliegende Bedienerhandbuch ist recht dünn, aber informativ (was die Kamera betrifft). Die Skizzen, Tabellen und die übersichtliche Struktur sind hilfreich. Über die Bedienung der Software ist nur wenig enthalten. Die Thermogramme werden im radiometrischen Format »IS2« gespeichert, sie können durch die Software in andere Formate konvertiert werden.

Display

Das mittelgroße 3,7-Zoll-Display im Querformat hat zwar eine glatte Oberfläche und spiegelt, ist dafür aber erstaunlich rauscharm. Alle wichtigen Informationen wie Emissionsgrad, Datum, Uhrzeit und die Temperaturen der Skala sind sehr klein abgebildet. Draußen benutzt man zum Abschatten eine freie Hand oder den Körper, um deutlicher sehen zu können. Die Steuerung erfolgt ausschließlich über die Tasten.

Energieversorgung

(siehe TiR125)

Software

Wie bei der TiR125. Allerdings können Daten nur über die Speicherkarte mit dem im Lieferumfang enthaltenen Kartenlesegerät übertragen werden, da kein USB-Anschluss vorhanden ist.

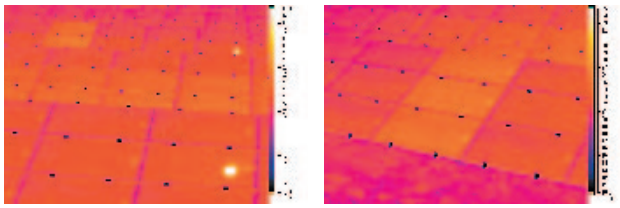
Fazit

Bei der soliden TiR32 fiel besonders das Kapitel Energieversorgung positiv auf. Der Akkutausch ist sehr einfach und fix erledigt, beide Lithium-Ionen-Akkus finden gleichzeitig in der Ladestation Platz. Die einfache Fokussierung gefällt ebenso wie der Grad der Bildschärfe. Das Display ist nicht ganz so hell wie das der TiR125, aber gut, ebenso der Kontrast. Die Steuerung hingegen lässt zu wünschen übrig. Vergeblich durchsucht man das Handbuch nach einem größeren Funktionsumfang. An einem Produkt, das die positiven Eigenschaften beider Fluke-Geräte in einer Kamera vereinigt, wäre vermutlich nichts zu beanstanden. *jhz*

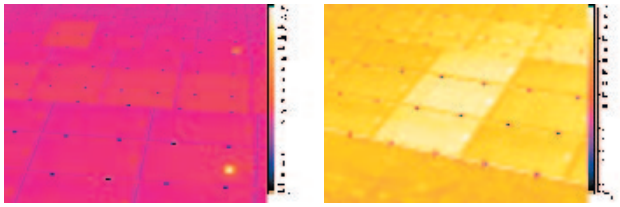
Photon
DAS SOLARSTROM-MAGAZIN
Fluke TiR32
gut
5/2013
www.photon.info/labor

FLUKE TIR32

Thermogramme mit manuell eingestelltem Temperaturbereich

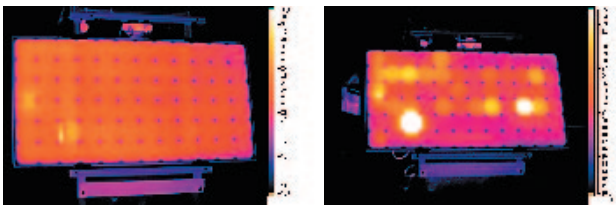


Thermogramme mit automatisch eingestelltem Temperaturbereich

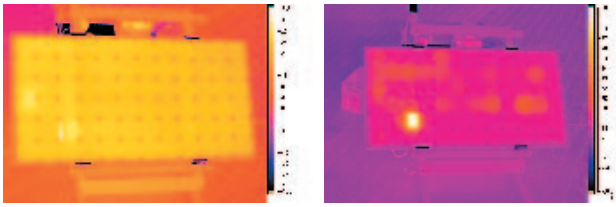


Alle vier provozierten Fehler (erwärmte Zellen, Strings im Leerlauf) in der ersten und dritten Modulreihe wurden erkannt, sowohl auf dem Display als auch auf dem Computermonitor

Thermogramme mit manuell eingestelltem Temperaturbereich



Thermogramme mit automatisch eingestelltem Temperaturbereich



Die teilverschattete Zelle ist im MPP-Betrieb (Bild links) erkennbar, im Kurzschlussbetrieb erwärmt sich die Zelle stärker, was auch deutlich im Thermogramm zu sehen ist. Auf beiden Thermogrammen sind Zellstrukturen nur anhand der rautenförmigen Zwischenräume auszumachen.

FLIR
FLIR i-Serie:
ab 995 € (zzgl. MwSt.)
2 JAHRE PRODUKT-GARANTIE*
10 JAHRE DETEKTOR GARANTIE*
* nach System-Registrierung unter www.flir.com
FLIR Wärmebildkameras
Für jede Preisklasse die optimale Lösung
Die neue T400-Serie von FLIR wurde speziell für Anwender entwickelt, die hohe Leistungen zu einem vernünftigen Preis fordern.
Die FLIR T400-Serie gibt es in zwei Ausführungen: Das Spitzenmodell T440 ist mit der innovativen MSX-Funktion (Multi Spectral Dynamic Imaging) ausgestattet. MSX sorgt für extrem detailreiche und äußerst klare Wärmebilder.
Wärmebild mit MSX
WIFI
Solaranlage von der Rückseite aufgenommen
Erfahren Sie mehr über die FLIR-Wärmebildkameras:
FLIR Systems GmbH
Berner Strasse 81
60437 Frankfurt am Main
Deutschland
Tel.: +49 (0)69 95 00 900
Fax: +49 (0)69 95 00 9040
E-Mail: info@flir.de
www.flir.de
Die Bilder dienen nur der Illustration.

HT Instruments GmbH

THT44 – nicht konkurrenzfähig

Romana Brentgens / photon-pictures.com (2)

Durchgefallen: Da das Display draußen praktisch nicht ablesbar ist, kommt die THT44 für Solarinstallateure nicht infrage

Die THT44 liegt mit 3.695 Euro (netto) im mittleren Preissegment. Beide HT-Kameras im Test dürften OEM-Produkte der chinesischen Wuhan Guide Infrared Co. Ltd. sein – zumindest ähneln die HT-Geräte ihnen optisch sehr stark, und auf der Bändchenschnalle gibt es den Aufdruck »Guide«. Bestätigt wurde dies von HT aber nicht.

Transport

Im robusten, platzsparenden Koffer ist für das beigelegte Zubehör ebenso Platz wie für eine herausnehmbare Tasche, die viele Fächer für Utensilien wie Akkus hat – super für den Einsatz auf dem Dach. Allerdings muss die Tasche wegen des Verschlusses immer aus dem Koffer genommen werden, um an die Kamera zu kommen. Sind die Fächer gefüllt, bringt das Einsetzen der Tasche in den Koffer ein wenig Fummelei mit sich. Außerdem fällt die Polsterung des Deckels beim Öffnen heraus, eine Fixierung wäre hilfreich. Eine Stativbefestigung ist optional erhältlich.

Zubehör und Ausstattung

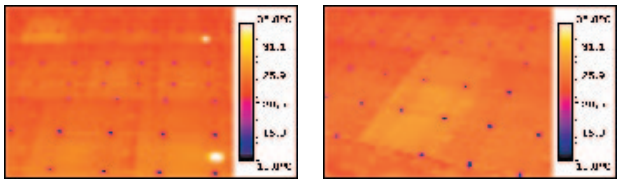
Die Schutzkappe der Optik bleibt beim Herausnehmen der Kamera aus der Tasche schon mal in ebendieser stecken. Dies stellt insoweit noch kein Problem dar, dass vor der Linse eine Klappe vorhanden ist, die auch als »Shutter« fungiert – außergewöhnlich, normalerweise sitzt dieser innen. Ist die Kamera also ausgeschaltet, sind Detektor und Linse trotz desertierter Kappe sicher. Bei der Messung unterwegs im Betriebszustand sind Optik und Bolometermatrix jedoch extrem schutzlos, da die Verschlussklappe nun geöffnet ist. Jeder Besitzer einer Thermografiekamera ist sich der Gefahr einer Schädigung durch starke Strahlungsquellen wie der Sonne bewusst, weshalb dieser Schutz besonders wichtig ist. Als Fallschutz ist ein Handbändchen angebracht. Der Clou ist eine Schnalle, welche die Länge des Bandes je nach Handgelenksumfang fixieren kann, sodass dieses nicht vom Arm rutscht.

Handling und Funktionen

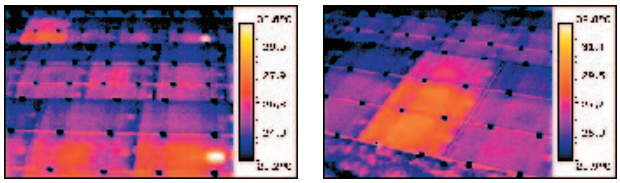
Zu Beginn fällt der seltsame matte Belag auf dem Kunststoff rund ums Gehäuse der Pistolengriff-Kamera unangenehm auf, der sich nach einer Berührung auch auf der Hand befindet. Ansonsten liegt die Kamera gut in der Hand, alle drei Tasten sind mit dem Finger problemlos erreichbar. Die Materialqualität ist weniger ansprechend. Der Autofokus ist drinnen mäßig und draußen überhaupt nicht zuverlässig, die manuelle Korrektur über die Tasten gestaltet sich schwierig, das Bild erscheint trotz akribischer Einstellungsversuche nie auch nur annähernd scharf. Als »Escape-Taste« fungiert der Auslöser, der nur bescheiden Rückmeldung gibt, wenn es um die Aufnahme von Thermogrammen geht. Ausgelöst wird dann, wenn die Taste wieder losgelassen wird – häufige Folge sind verwackelte Aufnahmen oder verschobene Bildausschnitte. Der USB-Anschluss und der des Netzteils befinden sich seitlich rechts neben dem Display, der Slot der SD-Karte sitzt links. Die Kamera kann nicht versehentlich abgeschaltet werden, denn die Taste muss so lange gedrückt werden, bis der »Power off«-Balken gefüllt ist – super. Die Position des zentralen Messpunkts kann verändert werden, zusätzlich steht ein Hot- oder Coldspot zur Verfügung. Das gedruckte Bedienerhandbuch wurde für drei Kameratypen verfasst. Es enthält genügend Informationen in vier Sprachen

HT INSTRUMENTS THT44

Thermogramme mit manuell eingestelltem Temperaturbereich

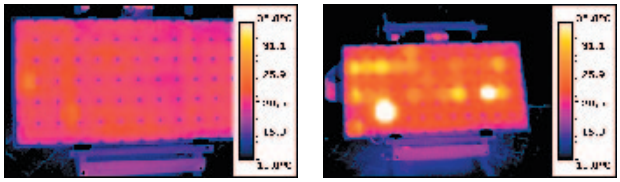


Thermogramme mit automatisch eingestelltem Temperaturbereich

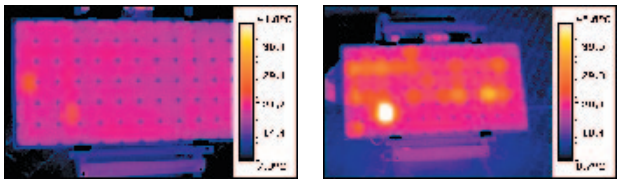


Alle vier provozierten Fehler (erwärmte Zellen, Strings im Leerlauf) in der ersten und dritten Modulreihe wurden sowohl auf dem Display als auch auf dem Computermonitor erkannt

Thermogramme mit manuell eingestelltem Temperaturbereich



Thermogramme mit automatisch eingestelltem Temperaturbereich



Die teilverschattete Zelle ist im MPP-Betrieb (Bild links) schwach erkennbar, im Kurzschlussbetrieb erwärmt sich die Zelle stärker, was auch deutlich im Thermogramm erkennbar ist

zur Thermografiekamera, das Kapitel Software hingegen wünscht man sich ausführlicher. Fündig wird man auf der CD, wo das Manual als PDF hinterlegt ist, leider nur auf Englisch und Italienisch. Personen, die keine der beiden Sprachen flüssig sprechen, könnten sich hier vernachlässigt fühlen.

Display

Das 3,6 Zoll messende TFT-LC-Display ist wohl der größte Schwachpunkt der Kamera: Es ist sehr glatt und deshalb stark spiegelnd, weist auch bei höchstmöglicher Einstellungsstufe eine mangelnde Helligkeit auf und ist draußen überhaupt nur mit einer Sonnenblende ablesbar, die das Ablesen durch ihre spezielle Form deutlich erschwert. Personen mit Sehschwäche können die Kamera mit Sonnenblende nur mit Kontaktlinsen nutzen, Brillenträger müssen das Gestell abnehmen, denn der 90-Grad-Winkel, mit dem man normalerweise auf das Display blickt, kann so nicht eingehalten werden. Als Information wird ausschließlich die Temperaturskala angezeigt, der wichtige Akkustatus bleibt im Verborgenen. Deshalb schaltet sich die HT44 bei kritischem Ladezustand einfach aus – katastrophal. Umgebungseinzelheiten sind durch die kontrastarme Darstellung kaum auszumachen.

Energieversorgung

Die sechs (!) 1,2-Volt-Nickel-Metallhydrid-Akkus der Größe Mignon (AA) können ausschließlich in der Kamera geladen werden, weshalb beiliegende Wechselakkus nacheinander zu laden sind, was einen erhöhten Zeitaufwand mit sich bringt. Alternativ ist der Einsatz von 1,5-Volt-Batterien möglich. Das Wechseln ist nicht ganz so unproblematisch wie mit Blockakkus, da hier mehr auf Polung geachtet und wegen der bloßen Anzahl schon mehr gefummelt werden muss.

Software

Die Installation der auf beiliegender CD enthaltenen Software »ThermoViewPro« verläuft unauffällig. Das Programm steht nach dem Klick auf das Icon erstaunlich schnell zur Benutzung bereit. Flüssig steuerbar ist sie aber erst nach dem Studium der englischen (!) Bedienungsanleitung. Die Thermogramme können in BMP und JPEG konvertiert werden, der Export von Temperaturdaten nach Excel ist nicht möglich. Enttäuschend ist die Darstellung der Ergebnisse: Die Temperaturdaten der gesetzten Marker werden am rechten Bildschirmrand als Liste angezeigt, allerdings erst, wenn die Option unter dem Reiter »Ansicht« aktiviert ist. Sind mehrere Thermogramme geöffnet, werden nur die Daten des aktuell markierten Thermogramms angezeigt. Die Erstellung eines Berichts offenbart sich als diffizile Aufgabe, da sich das Programm gelegentlich aufhängt. Nach einigem Experimentieren liegt zwar ein Bericht vor, der aber keineswegs professionell wirkt, Kopfzeilen und Ähnliches fehlen komplett.

Die Daten können von der SD-Karte oder von der Kamera übertragen werden. Interessant ist die Tatsache, dass die Kamera einen internen Speicher besitzt und somit kein Problem auftritt, wenn die Karte fehlen sollte. Die Sicherung geht unauffällig vonstatten.

Fazit

Die THT44 ist in einer Tasche verstaut, die in einem Koffer steckt, sodass sich der Transport hinauf auf das Dach unproblematisch gestaltet. Außerdem liegt sie gut in der Hand. Die THT44 ist durch den Pistolengriff für Rechts- und Linkshänder geeignet, jedoch wegen ihrer Sonnenblende nicht für Brillenträger. Bei der Entnahme sollte darauf geachtet werden, dass sich die Schutzkappe noch auf der Optik und nicht am Taschenboden befindet. Die Verarbeitung ist nicht ganz so ansprechend wie bei manch anderem Hersteller. Die Bedienung über die doppelt belegten Tasten ist nicht immer selbsterklärend. Die Software ist etwas unübersichtlich. Zudem ist die Erstellung eines Berichts nicht intuitiv durchführbar und der Temperaturenexport in eine Excel-Datei überhaupt nicht möglich. Die größte Schwäche aber ist das Display: Der Informationsgehalt, der Funktionsumfang und der Kontrast des stark spiegelnden Displays sind unzureichend, vom schwachen Grad der Helligkeit ganz zu schweigen. Zudem verläuft die Einstellung des Fokus schwierig und unbefriedigend. Für den Außeneinsatz ist die Kamera nicht geeignet, da das Display draußen überhaupt nicht ablesbar ist. Die beiliegende Sonnenblende schafft nur geringfügig Abhilfe. Im Vergleich zu den anderen Kameras im Test ist die THT44 nicht wettbewerbsfähig. *jhz*

HT Instruments GmbH

THT49 – teurer, aber nicht besser

Romana Brentgens / photon-pictures.com (2)

Es hilft nichts: Auch die THT49 ist nicht für den Einsatz im Außenbereich geeignet, da sich das Display einfach nicht vernünftig ablesen lässt

Die THT49 ist mit 6.480 Euro (netto) deutlich teurer als die THT44, der Unterscheid liegt vor allem in der deutlich besseren Auflösung des Displays. Ansonsten sind sich die beiden Kameras aber sehr ähnlich – leider.

Transport

(siehe THT44)

Zubehör und Ausstattung

Ein Schutz der Optik ist durch die Kappe gegeben, jedoch fehlt ein Bändchen, weshalb die Kappe verloren gehen kann. Wie auch bei der THT44 verhindert ein Handbändchen inklusive Schnalle den versehentlichen Fall der Kamera.

Handling und Funktionen

Im Wesentlichen wie bei der THT44, mit einem wichtigen Unterschied: Die Fokussierung erfolgt bei der THT49 durch ein leichtgängiges Rad. Dieses Konzept ist deutlich wirksamer und bedienerfreundlicher als bei der THT44.

Display

Im Wesentlichen wie bei der THT44. Zusätzlich wird der Ladestatus der Akkus angezeigt. Auch die Kantenrauigkeit wird besser dargestellt.

Energieversorgung

(wie bei der THT44)

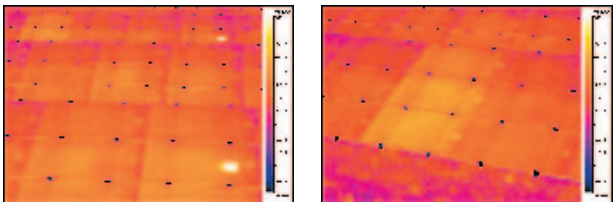
Software

(wie bei der THT44)

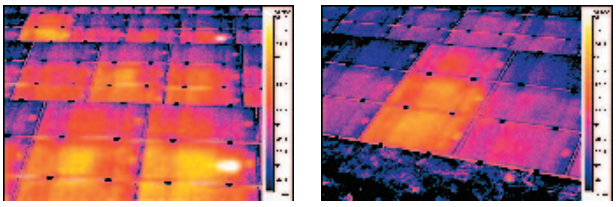
Photon
DAS SOLARSTROM-MAGAZIN
HT Instruments THT49
ungenügend
5/2013
www.photon.info/labor

HT INSTRUMENTS THT49

Thermogramme mit manuell eingestelltem Temperaturbereich

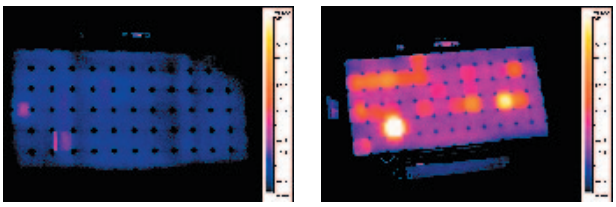


Thermogramme mit automatisch eingestelltem Temperaturbereich

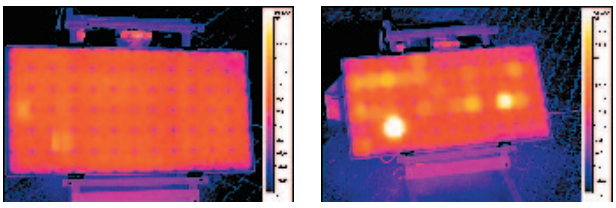


Alle vier provozierten Fehler (erwärmte Zellen, Strings im Leerlauf) in der ersten und dritten Modulreihe wurden sowohl auf dem Display als auch auf dem Computermonitor erkannt

Thermogramme mit manuell eingestelltem Temperaturbereich



Thermogramme mit automatisch eingestelltem Temperaturbereich



Die teilverschattete Zelle ist im MPP-Betrieb (Bild links) erkennbar, im Kurzschlussbetrieb erwärmt sich die Zelle stärker, was auch deutlich im Thermogramm erkennbar ist

Fazit

Von der Verarbeitung über das dunkle, spiegelnde und somit kaum ablesbare Display bis hin zur Kamerasteuerung und der Notwendigkeit einer gründlichen Einarbeitung in die Softwarebedienung sind die Gemeinsamkeiten mit der THT44 unübersehbar. Jedoch sind auch positive Dinge zu verzeichnen: Die angenehme Fokussierung ermöglicht schärfer abgebildete Thermogramme. Nichtsdestotrotz ist auch die THT49 nicht für den Einsatz im Außenbereich geeignet, denn das Display ist, selbst mit dem umständlichen Gebrauch der sonderbar geformten Sonnenblende, einfach nicht gescheit ablesbar. Da dies in unserem Test ein K.-o.-Kriterium darstellt, erhält auch die THT49 die Gesamtnote »ungenügend«. *jhz*

Photon.info
The World of Information in the World of Solar Electricity

PHOTON bietet zwei neue Fachseminare zu aktuellen Themen

5. August 2013

Technische und rechtliche Rahmenbedingungen für Solarstromspeicher

- Am 1. Mai startet das neue Förderprogramm für Solarstromspeicher. Hieraus ergeben sich zahlreiche Fragen, die wir in diesem eintägigen Spezialseminar diskutieren werden:
- Welche Anbieter sind am Markt vertreten und mit welchen Speicherlösungen? Worin unterscheiden sich diese und was kosten sie? Wir stellen die Ergebnisse unserer aktuellen Markterhebung zu Solarspeichern vor.
- Benötigen Solarteure für Planung und Einbau von Stromspeichern besondere (Zusatz-) Qualifikationen? Wie sind entsprechende Ausbildungsangebote zu bewerten?
- Was ist bei der Wirtschaftlichkeitsberechnung zu beachten? Welche Faktoren sind zu berücksichtigen? Was sind belastbare Eingangsgrößen?
- Welche Anforderungen werden im Förderprogramm gestellt und wie sind diese zu erfüllen? Wie muss beispielsweise das Zertifikat zur siebenjährigen Zeitwertgarantie beschaffen sein? Und wie ist das 60-Prozent-Leistungskriterium zu erfüllen?
- Welche steuerlichen Aspekte sind zu beachten? Kann die Mehrwertsteuer für den Speicher zurückverlangt werden?

Das Seminar beginnt um 10.00 Uhr und endet gegen 17.00 Uhr.
Veranstaltungsort: PHOTON, Jülicher Straße 376, 52070 Aachen.

Ihre Referenten sind PHOTON-Herausgeber Philippe Welter für den technischen Teil sowie PHOTON-Jurist Guido Elsner für Rechtsfragen.Die Referenten freuen sich über Ihre Anregungen und Fragestellungen. Bitte senden Sie Ihre Vorschläge vorab per E-Mail an guido.elsner@photon.info.

Sponsor: GOODWE

2. September 2013

Wechselrichter: Hintergrundinformationen zu den Testergebnissen des PHOTON-Labors

Seit gut sechs Jahren führt PHOTON Wechselrichtertests durch. Weit über 100 Geräte haben die Testprozedur bereits durchlaufen. Benotet wird bislang ausschließlich der Wirkungsgrad – und der liegt bei den meisten Geräten inzwischen erfreulich hoch. Die Ingenieure des PHOTON-Labors lernen die Geräte während der Tests genau kennen – von der Handhabung über die Inbetriebnahme bis zum Verhalten während der Messungen. Genau dieses Wissen möchten wir an Sie weitergeben. Unsere Themenschwerpunkte:

- »Sehr gut« im PHOTON-Test: Eine notwendige, aber nicht hinreichende Bedingung für eine uneingeschränkte Kaufempfehlung
- Stand der Technik: Was ein moderner Wechselrichter heute leisten muss
- Kostenentwicklung: Das verrät der Blick ins Geräteinnere
- Besprechung einzelner Testergebnisse im Detail. Darunter: Die »Dual-X«-Technologie von Diehl AKO, die besten chinesischen Geräte sowie die marktführenden europäischen Hersteller.

Das Seminar beginnt um 10.00 Uhr und endet gegen 17.00 Uhr.
Veranstaltungsort: PHOTON, Jülicher Straße 376, 52070 Aachen.
Im Anschluss ist eine Führung durch das Testlabor geplant.

Ihre Referenten sind Philippe Welter, PHOTON-Herausgeber, sowie Heinz Neuenstein, Entwickler und Leiter der Wechselrichtertests. Die Referenten freuen sich über Ihre Anregungen und Fragen. Bitte senden Sie Ihre Vorschläge vorab per E-Mail an heinz.neuenstein@photon.info.

Sponsoren: PLATINUM Next Energy Solution. HUAWEI

Der Teilnehmerbeitrag beträgt 329 Euro für Abonnenten und 349 Euro für Nicht-Abonnenten der Zeitschrift PHOTON. Darin enthalten sind Tagungsunterlagen sowie Verpflegung. Nutzen Sie diese Möglichkeit, sich zu informieren, aber auch zum Meinungsaustausch mit Spezialisten und Kollegen. Wir würden uns freuen, Sie auf einem unserer Seminare begrüßen zu dürfen. Die Teilnehmerzahl ist auf jeweils 60 Personen begrenzt.

Bei Fragen wenden Sie sich bitte an Frau Jule Ebbing: Tel. 02 41 / 40 03 - 52 34
Zur Anmeldung füllen Sie bitte einfach das Formular aus und schicken es per Fax an 00 49 / 241 / 40 03 - 56 34 oder per E-Mail an jule.ebbing@photon.info.

Erfahrung zählt: Rechtsanwalt Guido Elsner beantwortet seit neun Jahren für unsere Leser Fragen rund um die Photovoltaik – und freut sich auf Ihre Teilnahme

JETZT ANMELDEN! BEGRENZTE TEILNEHMER-ZAHL

Anmeldung zum Seminar am 5. August 2013

Technische und rechtliche Rahmenbedingungen für Solarstromspeicher

Firma

Name

Straße

PLZ / Ort

Datum und Unterschrift

(Hiermit melde ich mich verbindlich zum Seminar »Technische und rechtliche Rahmenbedingungen für Solarstromspeicher« am 5. August 2013 an.)

Anmeldung zum Seminar am 2. September 2013

Wechselrichter: Hintergrundinformationen zu den Testergebnissen des PHOTON-Labors

Firma

Name

Straße

PLZ / Ort

Datum und Unterschrift

(Hiermit melde ich mich verbindlich zum Seminar »Wechselrichter: Hintergrundinformationen zu den Testergebnissen des PHOTON-Labors« am 2. September 2013 an.)

www.photon.info

Jenoptik AG

VarioCAM hr inspect 580S – überzeugend scharfes Ergebnis

Romana Brentgens / photon-pictures.com (2)

▲ **Die VarioCAM 580S überzeugt besonders durch ihre Bildschärfe. Außerdem schaut man durch den Sucher auf einen zweiten Bildschirm, der genau das abbildet, was auf dem regulären Display sichtbar ist.**

Schade, dass die von der Jenoptik AG hergestellte und exklusiv von der Infratec GmbH vertriebene Kamera mit dem etwas sperrigen Namen VarioCAM hr inspect 580S erst ab 11.950 Euro (netto) zu haben ist. Dadurch läuft sie im Test nur informativ mit, wird aber aufgrund des Anschaffungspreises über 10.000 Euro nicht bewertet. Die VarioCam 580S ist auf jeden Fall eine interessante Kamera, die man als Installateur in seiner Entscheidungsfindung nicht außen vor lassen sollte.

Transport

Im robusten Hartschalenkoffer ist sicherer Halt geboten. Er gehört zu den größten und mit enthaltener Kamera zu den schwersten Koffern im Test. Zum Schließen ist ein etwas höherer Kraftaufwand nötig. Für den Transport auf das Dach ist ein langer Tragegurt vorgesehen.

Hardware

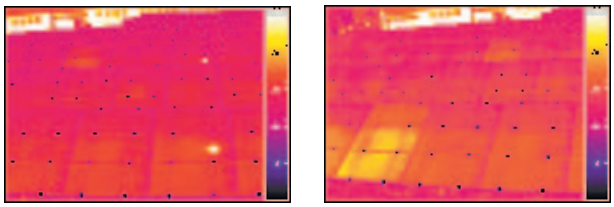
Obwohl die Kamera neben dem SD-Karten-Slot nur zwei Lemo-Anschlüsse hat, ist ordentlich technisches Zubehör erhältlich. Das Abziehen dieser besonderen Steckverbinder ist nicht ganz einfach. Wechseloptiken werden leider nicht aufgeführt. Die Optik ist durch eine Kunststoffkappe vor Strahlung und Schmutz geschützt. Ein Bändchen, das einem Verlust der Kappe vorbeugt, ist nicht vorhanden. Außerdem ist die Kamera mit einem Farb-TFT-Sucher ausgestattet, man schaut also durch den Sucher auf einen zweiten Bildschirm, der genau das abbildet, was auf dem regulären Display sichtbar ist – ein unglaublicher Vorteil bei Messungen im Freien, für Brillenträger jedoch gewöhnungsbedürftig, weil die Brille gegen das Glas des Suchers stößt.

Handling und Funktionen

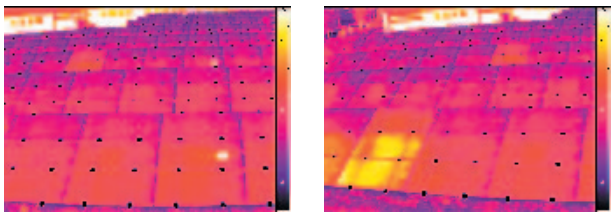
Die VarioCAM macht durch die gute Verarbeitung ihres Metallgehäuses einen sehr positiven Eindruck. Durch Displayposition und Handgurt ist sie hauptsächlich für Rechtshänder geeignet, alle Tasten sind gut erreichbar. Deren Bedeutung ist zu Beginn noch nicht eindeutig, es liegt aber neben den beiden sehr umfang- und hilfreichen Handbüchern für Kamera und Software auch noch eine Kurzbetriebsanleitung bei. Die Funktion richtet sich nach der Betätigungsdauer, alle Tasten sind also doppelt belegt, und auch der Joystick erfüllt mehrere Aufgaben. Wer sich ein wenig mit den Funktionen vertraut macht, hat den Dreh bald raus. Allerdings ist das Arbeiten mit dieser Kamera kräftezehrend, da ihr Gewicht mit stolzen 1,5 Kilogramm zu Buche schlägt. Eine Einhandbedienung ist möglich, aufgrund des hohes Gewichts aber real kaum anwendbar. Die Fokussierung erfolgt ausschließlich manuell (elektrisch) über den Joystick. Dies funktioniert recht gut, aber die Feinheiten können über ein Fokusrad einfacher herausgekitzelt werden. Es können bis zu zehn (!) Messpunkte sowie ein Hot- und/oder ein Coldspot eingefügt werden. Ein Speichervorgang ist schnell erledigt, allerdings muss man auf dem Display genau hinschauen, wenn man wissen will, ob gespeichert wurde. Es erscheint in der unteren Reihe die lange Speichernummer (bestehend aus zwei Buchstaben und sechs Zahlen) und auf dem Diskettensymbol ein Stift. Diese Infor-

JENOPTIK VARIOCAM HR INSPECT 580S

Thermogramme mit manuell eingestelltem Temperaturbereich

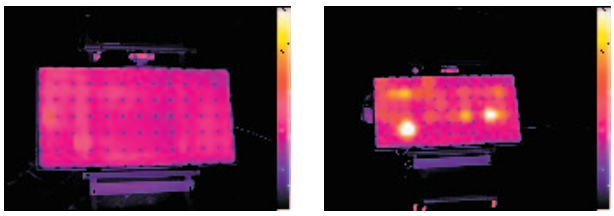


Thermogramme mit automatisch eingestelltem Temperaturbereich

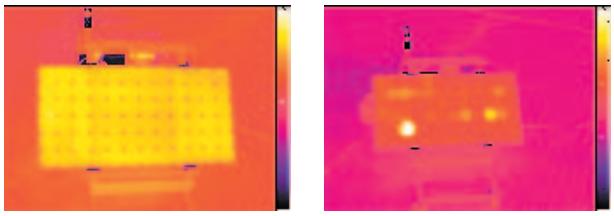


Alle vier provozierten Fehler (erwärmte Zellen, Strings im Leerlauf) in der ersten und dritten Modulreihe wurden sowohl auf dem Display als auch auf dem Computermonitor erkannt

Thermogramme mit manuell eingestelltem Temperaturbereich



Thermogramme mit automatisch eingestelltem Temperaturbereich



Die teilverschattete Zelle ist im MPP-Betrieb (Bild links) erkennbar, im Kurzschlussbetrieb erwärmt sich die Zelle stärker, was auch deutlich im Thermogramm erkennbar ist

mationen sind ziemlich klein dargestellt. Glänzen kann Infratec in Sachen Manual: Ein derart übersichtliches, detailliertes und gut strukturiertes Bedienerhandbuch wünscht man sich zu jedem Gerät. Hier bleiben keine Fragen offen.

Display

Das digitale, 3,5 Zoll messende Aktiv-Farb-TFT-Display ist matt und sehr beweglich. Schärfe und Kontrast erfüllen die hohen Erwartungen. Informationen wie Datum, Uhrzeit, Temperaturskala und temporär erscheinender Emissionsgrad werden recht klein dargestellt. Es ist keine Sonnenblende vorhanden, was durch die Beweglichkeit des Displays unproblematisch ist, außerdem verschattet man auch hier automatisch mit dem Körper, was aber dank des Suchers überhaupt nicht tragisch ist. Die Steuerung erfolgt ausschließlich über vier Tasten und den Multifunktions-Joystick, alle – bis auf die C-Taste – sind mit dem Finger gut erreichbar.

Energieversorgung

Eine Statusanzeige gibt es auf dem Display zwar nicht, dafür kann man sich den Status des Akkus durch Druck auf denselben über vier LEDs direkt anzeigen lassen. In der Ladestation kann dieser zusammen mit dem Wechselakku geladen werden – eine praktische und zeitsparende Lösung. Der dicke Akku kann mit einiger Fummelei gewechselt werden. Es gibt kein separates Fach, der Block sitzt außen fest am Gehäuse, er wird auf die Kontakte geschoben.

Alternativ besteht die Möglichkeit, den Akku in der Kamera zu laden. Die Akkulaufzeit beträgt bei höchstmöglicher Helligkeitsstufe des Displays allerdings nur zwei Stunden und sechs Minuten (die technische Spezifikation gibt bis circa drei Stunden Akkulaufzeit an). Die im Test erreichte Zeit der Infratec-Kamera liegt also nur sechs Minuten über unserem Limit von zwei Stunden und belegt mit der kürzesten Laufzeit den letzten Platz.

Software

Dem Testlabor lag eine zeitlich begrenzt nutzbare Softwareversion von »Irbis 3« vor. Die Installation verlief problemfrei. Die übersichtliche Struktur ermöglicht eine intuitive Bedienung. Es stehen viele Bearbeitungsoptionen zur Verfügung. Die Thermogramme können durch das spezielle Format »IRB« nur über die Software geöffnet werden, der Export in andere Formate ist aber ebenso unkompliziert wie die Berichterstellung. Die Thermogramme im Bericht sind deutlich und scharf eingefügt, der Informationsgehalt könnte durchaus etwas höher und das Layout etwas besser strukturiert sein.

Die Nutzung der zuschaltbaren Option »Resolution Enhancement« (ein hardwarebasiertes, auflösungsverbesserndes Aufnahmeverfahren) ist nur bei der Positionierung auf einem Stativ verwendbar, andernfalls erhält man keine scharfen Thermogramme. Welche Thermogramme mit dieser speziellen Option aufgenommen wurden, wird leider nicht angezeigt, hier muss man sich an der Auflösung (Pixelanzahl) orientieren – schade.

Die Übertragung der Daten erfolgt unauffällig über den beiliegenden SD-Kartenleser oder durch Anschluss der Kamera über die ebenfalls enthaltene FireWire-Karte. Ein USB-Anschluss ist nicht vorhanden.

Fazit

Die VarioCAM 580S überzeugt besonders durch ihre Bildschärfe und die umfangreichen und trotzdem übersichtlichen Bedienerhandbücher. Die Bereitschaft, sich ein wenig mit der Kamera auseinanderzusetzen, wird mit einem Füllhorn an Messfunktionen belohnt. Wer mit einem Stativ arbeitet, kann zusätzlich die Option »Resolution Enhancement« nutzen, um die Auflösung der Aufnahme zu verbessern. Außerdem ist der Farb-TFT-Sucher beim Außeneinsatz besonders hilfreich. Das vergleichsweise hohe Gewicht erschwert die Einhandbedienung, auch bei Zuhilfenahme der zweiten Hand machen sich die zu stemmenden anderthalb Kilogramm bei längeren Einsätzen in der Armmuskulatur bemerkbar. Durch die besondere Steckverbinderart ist man beim Zubehörkauf doch recht festgelegt. Die Berichterstellung ist unkompliziert, allerdings wären mehr Gestaltungsfreiheiten und eine höhere Auswahl an Informationen wünschenswert. *jhz*

Testboy GmbH

TV 309 – passable Bilder bei fummeliger Bedienung

Die TV 309 ist eines von zwei Modellen der Testboy GmbH, die beide je 4.540 Euro (netto) kosten und somit im mittleren Preissegment angesiedelt sind. Im Vergleich zur TV 303 hat das neuere Modell, die TV 309, ein etwas größeres und schwenkbares Display bei gleicher Anzahl von Pixeln, dafür aber ein kleineres Gesichtfeld.

Transport

Das Gerät wird in einem Hartschalenkoffer geliefert, in dem Kamera und Zubehör unterkommen. Will man die Akkus entnehmen, muss man allerdings ein wenig fummeln, da die Fächer mit der Akkuoberkante abschließen. Eine kleine Aussparung für die Finger zur Entnahme wäre wünschenswert. Ansonsten ist alles sicher verstaut. Das Öffnen und Schließen bereitet keinerlei Probleme. Es ist ein Gurt enthalten, der am Koffer zu befestigen ist.

Zubehör und Ausstattung

Der Halt der Objektivklappe ist durch zwei Spannfedern verstärkt, aber sie ist keinesfalls gegen Verlieren gesichert, zumal sie auch nicht durch ein Bändchen am Gehäuse befestigt ist. Der Lieferung lag noch eine Wechseloptik bei, die im Test aber nicht verwendet wurde. Im Bedienerhandbuch sind vier optional erhältliche Dinge aufgelistet, allerdings wird darauf nicht näher eingegangen, auf der Homepage sind hierzu gar keine Angaben zu finden.

Romana Brentgens / photon-pictures.com (2)

Die TV 309 erzielte im Test zwar noch ein knappes »gut«, ist aber in der Benutzungsfreundlichkeit deutlich schlechter als die ebenfalls mit »gut« benotete Konkurrenz

Handling und Funktionen

Die Verarbeitung der TV 309 ist weniger ansprechend: Die beiden Auslöseknöpfe wackeln, beim Display besteht Abbruchgefahr, die beiden einzigen Tasten geben kaum Rückmeldung, und wegen des langen Joysticks landet man oft im falschen Menüpunkt. Aus der Gummiakkuklappe wurde zugunsten der SD-Karte nachträglich ein Stück herausgeschnitten. Die Form könnte gern ergonomischer geschnitten und aus weniger glattem Material (Rutschgefahr) gefertigt sein. Gespeicherte Bilder anzuschauen ist umständlich, da das gewünschte Bild nicht in verkleinerter Form in einer Galerie zu finden ist, sondern die Liste der bereits vorhandenen Thermogramme durchgeblättert werden muss. Die Steuerung erfolgt hauptsächlich über den Joystick, sekundär über zwei Tasten. Alle drei sind wie schon erwähnt gewöhnungsbedürftig. Das senkrechte Runterdrücken (»Menü«/»Enter«) gelingt nicht immer, häufig gelangt man eher nach rechts oder links in einen anderen Menüpunkt. Die beiden Tasten, die seitlich des Joysticks angebracht sind, haben einen mäßigen Druckpunkt. Der Auslöser ist beweglich, seltsamerweise in mehrere Richtungen, er wirkt fast ein wenig lose. Obwohl der Bildschirm auf der linken Seite sitzt, ist die Kamera nicht nur für Rechtshänder geeignet, sondern auch mit der anderen Hand gut steuerbar. Bis auf den »On«-Knopf sind alle Tasten erreichbar, wenn man von den winzigen Tasten links neben dem Display absieht, deren Bedienung einem Ratespiel gleicht. Das gedruckte Bedienerhandbuch der Kamera macht einen guten Eindruck, es sind einige gut verständliche Darstellungen, besonders zur Menüführung, enthalten. Zudem liegt eine Kurzanleitung bei. Auf der CD ist neben der Bedienungsanleitung der Kamera noch ein Handbuch für die Software enthalten, beide auf Deutsch und Englisch, jeweils als PDF.

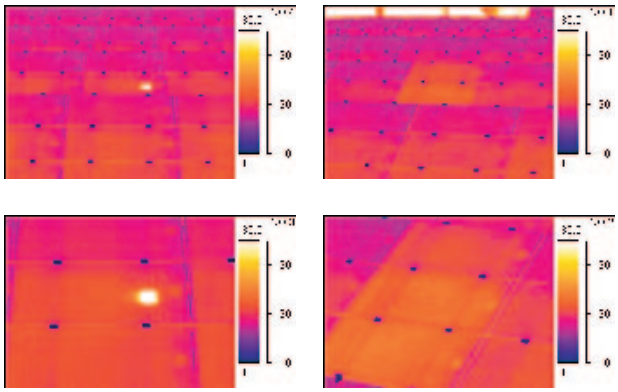
Display

Das schwenkbare 2,7 Zoll messende Farb-LC-Display hat eine sehr glatte Oberfläche, zudem erscheint es recht klein. Bei näherem Betrachten fällt eine gewisse Instabilität auf, hier empfiehlt sich ein besonders sorgsamer Umgang. Die Anzeige von Emissionsgrad und Temperaturbereich ist ausreichend groß. Drinnen

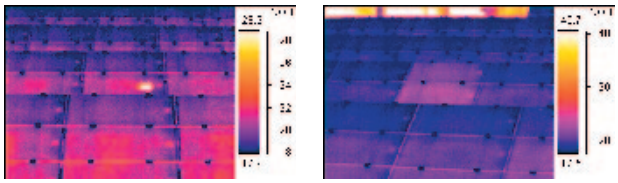
Photon
DAS SOLARSTROM-MAGAZIN
Testboy TV 309
gut
5/2013
www.photon.info/labor

TESTBOY TV 309

Thermogramme mit manuell eingestelltem Temperaturbereich

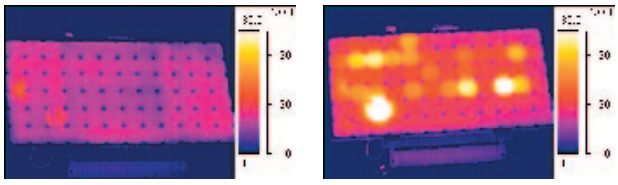


Thermogramme mit automatisch eingestelltem Temperaturbereich

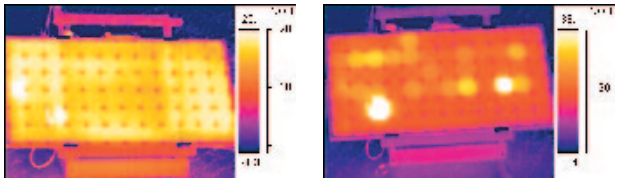


Alle vier provozierten Fehler (erwärmte Zellen, Strings im Leerlauf) in der ersten und dritten Modulreihe wurden sowohl auf dem Display als auch auf dem Computermonitor erkannt

Thermogramme mit manuell eingestelltem Temperaturbereich



Thermogramme mit automatisch eingestelltem Temperaturbereich



Die teilverschattete Zelle ist im MPP-Betrieb (Bild links) schwach erkennbar, im Kurzschlussbetrieb erwärmt sich die Zelle stärker, was auch deutlich im Thermogramm erkennbar ist

vermisst man die Umgebungseinzelheiten, für die Außenmessung könnte die Helligkeit gern höher sein. Wurde die Bedienung der beiden Tasten zur Einstellung des Displays entziffert, können Helligkeit und Kontrast ähnlich wie bei einem Computerbildschirm verstellt werden.

Energieversorgung

Im Lieferumfang sind gleich zwei Akkus inbegriffen, leider kann im Ladegerät nur ein einzelner Akku geladen werden. Ihn in das Ladegerät einzusetzen geht recht leicht vonstatten, ihn wieder herauszuholen ist schon schwieriger, weil dafür mehr Kraft benötigt wird. Im Fach der Kamera ist der Zustand folgender: Nach Entfernen der Abdeckung legt man den Akku ins Fach und schiebt ihn dann hoch an die Kontakte. Es stellt sich beim Benutzer die Befürchtung ein, dass der Akku nach häufigeren Wechselvorgängen nicht mehr gut hält und eventuell die Nähe zu den Kontakten verliert.

Software

Die »Testboy Reporter«-Software ist auf einer CD im Lieferumfang enthalten. Bei der Installation muss eine lange Seriennummer eingegeben werden, ansonsten gestaltet sich der Installationsvorgang unauffällig. Die Bedienung der Software unterscheidet sich von allen anderen, zu Beginn kommen schon die ersten Fragen auf. Es erscheint eine Vorlagenliste, aus der zu wählen ist, dann öffnet sich ein neues Fenster, in das Überschrift und Ähnliches einzutragen sind. Danach folgt ein neues Fenster »Bitte Bilder auswählen«. Auffällig ist die Zweisprachigkeit der Fenster (Deutsch/Englisch). Sind alle Aufforderungen erledigt, steht man vor dem nächsten Problem. Die Oberfläche ähnelt der von MS Word, weniger der einer Auswertesoftware. Die Bildbearbeitung ist umständlich, denn pro Thermogramm ist eine DIN-A4-Seite vorgesehen, obwohl die Bilder nur wenig Platz auf der Seite einnehmen. Die Bearbeitung erfolgt an jedem Thermogramm einzeln. Automatisch sind Bereiche eingefügt, die nicht immer erwünscht sind. Hat man diese entfernt, werden die Temperaturdaten der neu gesetzten Marker teilweise gar nicht angezeigt. Der Export von Temperaturdaten verläuft problematisch. Zwar ist die Möglichkeit grundsätzlich gegeben, aber sie funktioniert nicht: »Erstelle MS-Excel-Datei, bitte warten!«, dann folgt die Fehlermeldung »Datei in Bearbeitung«. Es wurde zwar eine Datei erstellt, jedoch mit null Kilobyte, also ohne Inhalt. Nach längerem Experimentieren mit verschiedenen Excel-Versionen stellten wir fest, dass der Export mit Excel 2003 funktioniert, mit neueren Versionen jedoch nicht. Insgesamt enttäuscht die Software.

Die Übertragung der Daten erfolgt über die SD-Karte oder über ein USB-Kabel, beide Schnittstellen befinden sich unten unter dem Griff.

Fazit

Die Form der TV 309 unterscheidet sich vom Design aller anderen Kameras im Test, kann aber durchaus als Thermografiekamera mit Pistolengriff bezeichnet werden. Der Griff könnte etwas ergonomischer geformt und das Material etwas rutschfester sein. Die Verarbeitung ist weniger ansprechend, die beiden Tasten und der Joystick sind gewöhnungsbedürftig, das Display und der Auslöser hinterlassen einen instabilen Eindruck. Reflexionen auf dem Display sind durch die glatte Oberfläche begründet, die Helligkeit und der Kontrast sind für den Außenbereich weniger geeignet. Ein Wechselakku liegt bei, im Ladegerät kann nur ein Akku geladen werden. Für die einfache Installation des »Testboy Reporters« ist die beiliegende Seriennummer nötig. Die Bildbearbeitung und die Berichterstellung erweisen sich als unangenehme, diffizile Angelegenheit, hier schaut man öfter in das Bedienerhandbuch, das bei Problemen durchaus hilft, aber nicht alle Fragen beantwortet. Ab der 2007er-Version von Excel stellen sich Probleme beim Datenexport ein, Bildexporte (zum Beispiel BMP) hingegen sind möglich, auch wenn das Ergebnis vom Layout her nicht ganz überzeugt. *jhz*

Testo AG

Testo 876 – auf Solarteure zugeschnitten

▲ **Die Testo 876 mag in der Verarbeitung etwas hinter der Konkurrenz zurückfallen, dafür bietet sie mit dem »Solar-Modus« und »SuperResolution« einige interessante Besonderheiten**

Die Kameras der Testo AG zeichnen sich durch einige Besonderheiten aus. So gibt es die für Solarinstallateure interessanten Modelle alle mit »Solar-Modus«: Hierbei wird die Strahlungsintensität zusammen mit dem Bild in die Software überführt und in den Bericht übernommen. Eine weitere Besonderheit ist die Zusatzfunktion »SuperResolution«, mit der die Pixelzahl rechnerisch um den Faktor 4,0 erhöht und die geometrische Auflösung um den Faktor 1,6 verbessert wird. Mit 3.495 Euro (netto) liegt das Modell 876 im mittleren Preissegment, »SuperResolution« kostet 295 Euro (netto) extra.

Transport

Die Kamera nebst Zubehör ist bedingt durch die Passgenauigkeit sicher in einem Hartschalenkoffer verstaut. Der Umgang mit dem Koffer ist unproblematisch. Ein Handgurt erhöht zwar den Haltekomfort, verhindert aber kaum versehentliches Fallenlassen. Hierfür ist aber ein langer Gurt beigefügt, der auch für den Transport auf das Dach verwendet werden kann.

Zubehör und Ausstattung

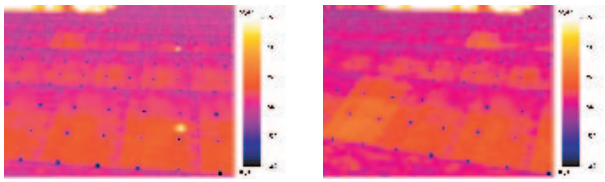
Die Schutzkappe hat einen sicheren Sitz auf der Optik und kann nicht verloren gehen, weil ein Bändchen sie sichert. Die 876 kann auf einem Stativ befestigt werden. Die Anschlüsse für Mini-USB und Netzteil befinden sich unter einer Klappe geschützt hinten an der Kamera neben den Bedienknöpfen. Die SD-Karte hat ihren Sitz unter der Kamera im Akkufach. Eine Wechseloptik lag bei, kam im Test jedoch nicht zum Einsatz.

Handling und Funktionen

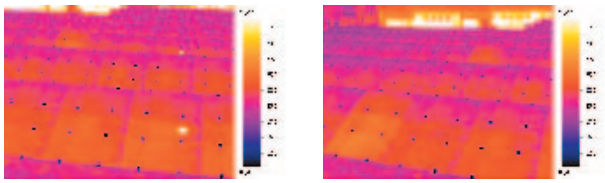
Die 876 liegt super in der Hand, was neben dem ergonomischen Korpus auch an ihrem für diese Kameraform geringen Gewicht liegen mag. Bis auf den Fokus-Umschalter (manuell/auto) und die tief liegende Aus-Taste sind alle Tasten und Knöpfe mit dem Finger erreichbar. Zusätzlich gibt es noch zwei (belegbare Kurzwahl-) Tasten. Die Kamera wurde für Rechtshänder konzipiert, der Bildschirm befindet sich ausklappbar auf der linken Seite. Zum Speichern wird das Thermogramm auf dem Bildschirm »eingefroren«, zum finalen Speichern ist ein zweiter Tastendruck nötig. Aus Unachtsamkeit kann die Speicheraufforderung auch übersehen oder versehentlich weggedrückt werden. Um die Kamera zu benutzen, braucht man das PDF-Handbuch nicht unbedingt zurate zu ziehen. Die Verarbeitung ist insgesamt in Ordnung, jedoch nicht herausragend. Die hohe Frequenz, die von der Kamera ausgeht, ist zwar leise, aber hörbar und unangenehm. Eine Digitalkamera für die Aufnahme von visuellen Bildern ist integriert. Es können ein Messpunkt sowie je ein Hot- und Coldspot gesetzt werden. Wie schon erwähnt wird bei der Fokussierung zwischen manueller Einstellung und Motorfokus gewählt. Die über ein leichtgängiges Rad manuell einzustellende Option ist durch die genauere Justierung einfach die bessere Wahl.

TESTO 876

Thermogramme mit manuell eingestelltem Temperaturbereich

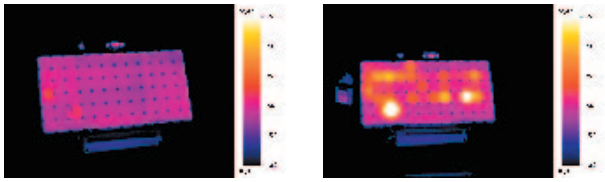


Thermogramme mit automatisch eingestelltem Temperaturbereich

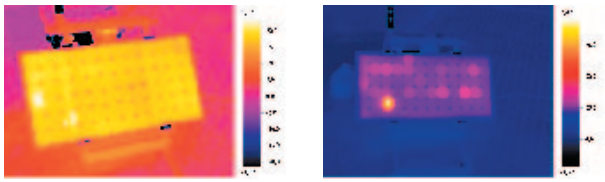


Alle vier provozierten Fehler (erwärmte Zellen, Strings im Leerlauf) in der ersten und dritten Modulreihe wurden sowohl auf dem Display als auch auf dem Computermonitor erkannt

Thermogramme mit manuell eingestelltem Temperaturbereich



Thermogramme mit automatisch eingestelltem Temperaturbereich



Die teilverschattete Zelle ist im MPP-Betrieb (Bild links) erkennbar, im Kurzschlussbetrieb erwärmt sich die Zelle stärker, was auch deutlich im Thermogramm erkennbar ist

Display

Die Steuerung des 3,5-Zoll-LC-Displays erfolgt ausschließlich über die Tasten. Die matte Oberfläche minimiert Reflexionen. Emissionsgrad, Temperaturbereich und Akkustatus sind gut erkennbar. Die Bilddarstellung ist leicht verrauscht, Helligkeit und Kontrast sind aber gut.

Energieversorgung

Sowohl ein Wechselakku als auch eine Ladestation für das gleichzeitige Laden beider Akkus sind vorhanden. Hierfür werden diese einfach in die vorgefertigten Schalen gelegt, die Entnahme erweist sich als fingerfreundlich. Ebenso simpel ist der Tausch im Gerät. Einzig der Fakt, dass sich das Gerät automatisch einschaltet, nachdem man die Akkus eingelegt hat, stört. Alternativ kann der Akku in der Kamera geladen werden.

Software

»IRSoft« liegt als CD bei und lässt sich einfach installieren und bedienen. Ob die Thermogramme übereinander oder als einzelne Reiter geöffnet werden sollen, ist nach Belieben einstellbar. Unabhängig davon dauert deren Laden ins Programm etwas länger, die Reihenfolge der Thermogramme ist nicht immer numerisch aufsteigend, weshalb hier etwas Achtsamkeit bei der Bildbearbeitung ratsam ist. Wahlweise können die Thermogramme auch geordnet werden, unabhängig davon kann die Reihenfolge der Thermogramme bei der Berichterstellung festgelegt werden. Die Software lässt sich größtenteils intuitiv bedienen, den Rest findet man schnell heraus. Sehr einfach gestaltet sich der Datenexport in mehrere Formate und die Einstellung der Parameter. Die eingefügten Marker könnten gerne etwas filigraner dargestellt werden. Verbesserungsbedarf besteht bei der Anzeige der Temperaturdaten der Marker, hier sind lediglich zwei Zeilen sichtbar. Sind mehrere Markierungen vorhanden, werden die Zahlen erst durch Scrollen sichtbar – das ist unpraktisch. Besonders einfach, übersichtlich und optisch ansprechend eröffnet sich die Welt der Berichterstellung; einen winzigen Punktabzug gibt es beim Resultat, hier könnten die Thermogramme gern etwas größer dargestellt werden. Wurde eine Histogrammlinie in das Thermogramm eingefügt, erscheint beim Abspeichern eine Fehlermeldung, deren Bestätigung das Programm beendet, Gleiches geschieht beim Schließen des Fensters der Fehlermeldung – ärgerlich, gerade wenn mehrere Bilder in Bearbeitung waren.

Es ist möglich, im Solar-Modus die Strahlungsintensität einzugeben und mit dem Thermogramm abzuspeichern (nicht im Test angewendet).

Die optional erhältliche »SuperResolution« ist eine Technologie zur Verbesserung der Bildqualität. Hierzu wird bei jeder Aufnahme eine Sequenz von Bildern in der Wärmebildkamera gespeichert, aus der mithilfe der PC-Software ein höher aufgelöstes Bild berechnet wird (keine Interpolation). Zur Verwendung der Funktion muss die Kamera handgeführt werden, darf also nicht auf einem Stativ befestigt sein. Welche Thermogramme mit dieser Zusatzfunktion aufgenommen wurden, zeigt sich aber erst in der Software, also erst, nachdem die ausgewählten Bilder mit der Software geöffnet wurden.

Die Übertragung der Daten erfolgt per SD-Karte oder USB-Kabel.

Fazit

Die handliche und gut bedienbare Kamera ermöglicht eine intuitive Bedienung. Die Verarbeitung ist so weit in Ordnung, aber nicht so gut wie die mancher Konkurrenten. Der Funktionsumfang ist gut, aber durchaus ausbaufähig. Das klappbare Display spiegelt durch die matte Oberfläche nur geringfügig, die Thermogramme werden hell und kontrastreich, aber leicht pixelig angezeigt. Informationen bezüglich Emissionsgrad, Temperaturskala und Akkustatus werden ausreichend groß dargestellt. Super ist die Fokussierung, hier kann der Benutzer zwischen Motorfokus und manueller Einstellung über ein Rad wählen. Ein Wechselakku ist ebenso vorhanden wie eine Ladestation für zwei Akkus. Störend ist, dass sich die Kamera nach einem Akkuwechsel automatisch einschaltet. Die Bearbeitungssoftware überzeugt durch eine übersichtliche Menüführung, eine einfache Bedienung und die unkomplizierten Exportmöglichkeiten. Die Berichterstellung läuft Schritt für Schritt ab, was besonders benutzerfreundlich ist. *jhz*

Testo AG

Testo 885 / Testo 885 SR – der Testsieger

Romana Brentgens / photon-pictures.com (2)

▲ **Hier stimmt alles: Die Testo 885 ist in der Variante »SuperResolution« der diesjährige Testsieger unter den Thermografiekameras**

Die Testo 885 ist mit 6.500 Euro (netto) eine der teureren Kameras in unserem Test. Dafür hat sie aber auch einiges zu bieten: Im Modus »SuperResolution« (SR) holte sie die Note 1,6 – und ist damit Testsieger.

Transport

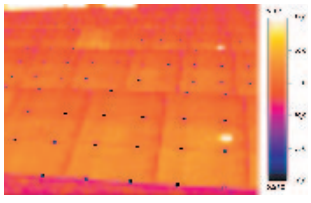
Der Koffer wirkt robust, verärgert auf Dauer aber etwas beim Öffnen durch seine Schwergängigkeit, auch schnappen die Clips zur Verriegelung häufig nach den Fingern. Ansonsten bietet der Koffer genug gepolsterten Platz für Kamera und Equipment. Ein Gurt für den Transport auf dem Dach ist vorhanden.

Zubehör und Ausstattung

Die Schutzkappe hat einen mäßigen Sitz auf der Optik, kann aber, gesichert durch ein Bändchen, nicht verloren gehen. Die Befestigung auf einem Stativ ist möglich. Die Anschlüsse (Mini-USB, SD-Karte und Netzteil) befinden sich je unter einer Klappe geschützt hinten an der Kamera neben den Bedienknöpfen. Ein Teleobjektiv lag bei.

Handling und Funktionen

Die Kamera wirkt anfangs gut verarbeitet, bei genauerer Inspektion fällt vor allem der große Spalt längs entlang des Kamerarückens auf, durch den man tatsächlich mittig komplett durch das Gehäuse schauen kann. Später bemerkt man dann den beweglichen Griff. Die für Rechtshänder konzipierte Testo 885 hat nämlich einen nach unten drehbaren Handgriff, was den Spalt erklärt. Wegen des recht hohen Gewichts ist der Haltekomfort eher gering. Die Steuerung erfolgt über Tasten oder per Touchscreen, den man allerdings nur bedienen kann, wenn man die sich ähnelnden Piktogramme kennt – oder eben durch Ausprobieren. Oder man benutzt die Tasten und den Joystick, denn hier werden die Unterpunkte auch als Wort angezeigt. Der Joystick reagiert gelegentlich nicht so wie gewünscht, teilweise gar nicht. Über das drehbare Rad lässt sich der Fokus butterweich einstellen, der Autofokus ist hingegen nicht ganz so zuverlässig, was Korrekturen nach sich zieht. Es können bis zu drei Messpunkte und eine Hot- oder Coldspot-Erkennung benutzt werden. Wie bei der 876 stehen hier der »Solar-Modus« und »SuperResolution« zur Verfügung (siehe Testo 876). Zwei kleine Tasten auf dem Gehäuserücken sind frei belegbar. Das Speichern von Thermogrammen muss hier wie bei der 876 bestätigt werden. Es ist eine Galerie vorhanden, die Miniaturthermogramme anzeigt. Eine Digitalkamera ist im Gerät verbaut.



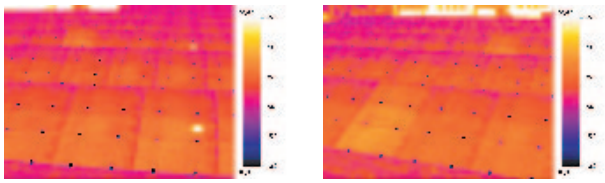
▲ **Beispiel: Aufnahme mit »SuperResolution«**

Display

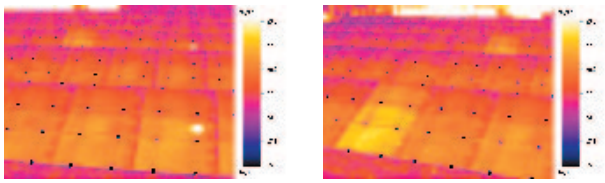
Der 4,3-Zoll-Touchscreen (LCD) spiegelt durch seine sehr glatte Oberfläche stark, allerdings werden Thermogramme scharf und kontrastreich abgebildet. Emis-

TESTO 885 / TESTO 885 SR

Thermogramme mit manuell eingestelltem Temperaturbereich

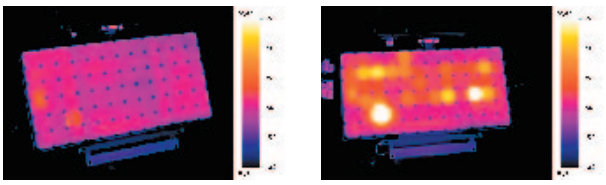


Thermogramme mit automatisch eingestelltem Temperaturbereich

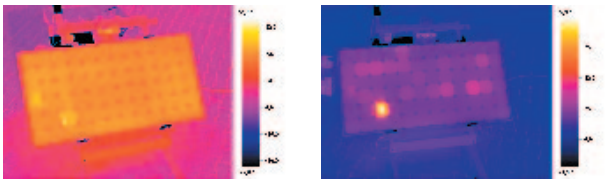


Alle vier provozierten Fehler (erwärmte Zellen, Strings im Leerlauf) in der ersten und dritten Modulreihe wurden sowohl auf dem Display als auch auf dem Computermonitor erkannt

Thermogramme mit manuell eingestelltem Temperaturbereich



Aufnahmen mit automatischer Einstellung und »SuperResolution«



Die teilverschattete Zelle ist im MPP-Betrieb (Bild links) nur schwach erkennbar, im Kurzschlussbetrieb erwärmt sich die Zelle stärker, was auch deutlich im Thermogramm erkennbar ist

sionsgrad, Temperaturskala, Akkustatus und die Funktion der belegbaren Tasten bilden den Informationsumfang. Alles wird sehr klein dargestellt. Wünschenswert wäre eine Anzeige bei der Nutzung von »SuperResolution« (SR). Ob diese Funktion aktiviert ist, muss im Menü nachgeschaut werden.

Energieversorgung

(siehe Testo 876)

Software

(siehe Testo 876)

Fazit

Wäre diese Kamera mit immerhin 1,6 Kilogramm nicht so schwer, bliebe, bis auf eine Verbesserung der Verarbeitung, nicht mehr viel zu meckern. Das bewegliche Display spiegelt stark, aber die hohe Helligkeit und der gute Kontrast mildert diesen Effekt. Hilfreich wäre, wenn auf dem Bildschirm angezeigt würde, ob die SR-Funktion aktiviert ist. Wirklich lobenswert ist die butterweiche Einstellung über das Fokusrad. Wer keine Lust hat, die Piktogramme auf dem Touchscreen auswendig zu lernen, steuert die Kamera über Tasten und Joystick.

Als zusätzliche Messfunktion wird Super Resolution angeboten (Pixelerhöhung, siehe Testbericht zur Testo 876). Die beiden im Lieferumfang enthaltenen Akkus sind gleichzeitig in der fingerfreundlichen Station ladbar. Die Software ist ohne Handbuchstudium gut nutzbar, auch die Berichterstellung sowie das Ergebnis überzeugen. Wer mit dem höheren Gewicht kein Problem hat und sich mit der Bedienung ein wenig auseinandersetzt, wird seine Freude an der Testo 885 haben. *jhz*

Trotec GmbH & Co. KG

EC060 V – Billigkamera mit hohem Nervpotenzial

Romana Brentgens / photon-pictures.com (2)

▲ **Die EC060 V ist zwar günstig und produziert für ihren Preis annehmbare Bilder, insgesamt ist sie aber anstrengend in der Handhabung – vom Pappkoffer bis zur komplexen und unausgereiften Software nervt vieles**

Mit einem Nettopreis von 1.995 Euro ist die EC060 V von Trotec eine der preiswertesten Kameras im Test.

Transport

Die Kamera kommt in einem Karton daher, der einen Koffer imitiert. Innen gibt eine Kunststoffeinlage dem Inhalt einen gewissen Sitz, gerade für den Einsatz unterwegs ist dieses Transportmittel aus Pappe jedoch nicht geeignet. Optional wird zwar ein Koffer angeboten, doch dafür muss man erneut in die Tasche greifen.

Zubehör und Ausstattung

Die Schutzkappe sitzt vielleicht ein wenig zu fest auf der Optik; sie ist durch ein Bändchen mit dem Gehäuse verbunden und kann somit nicht verloren gehen. Die Kamera kann in eine Dockingstation gesteckt werden, die wiederum an ein Stativ angebracht werden kann. Die Station besitzt einen USB-Anschluss, die Kamera selbst jedoch nicht (es liegt auch kein USB-Kabel bei). Dem PHOTON-Labor fehlte das passende Kabel, um die Dockingstation anzuschließen.

Handling und Funktionen

Der Eindruck der Kamera mit dem geringen Gewicht ist wenig vertrauenerweckend, was auch an der groben Verarbeitung liegt. Durch den breiten Steg des Griffs ist die Steuerung, die ausschließlich über die Tasten erfolgt, eingeschränkt. Eher hält man die Kamera anders als vorgesehen in der Hand, und zwar so, dass die Fingerspitzen die Digitalkamera verdecken. Die Fokussierung erfolgt manuell über ein Rad, das sich nur recht schwer drehen lässt. Für die reibungslose Messung wäre eine gewisse Leichtgängigkeit förderlich. Es können bis zu vier Marker und ein Marker für die Maximal- oder die Minimaltemperatur eingefügt werden.

Display

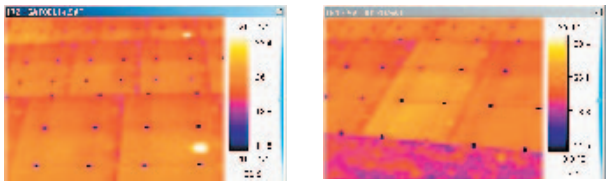
Ein kleines 2,5 Zoll großes LC-Display ist auf der linken Seite des Geräts angebracht. Es ist schwenkbar, aber instabil, gerade in vertikaler Ebene wirkt der Mechanismus etwas ausgeleiert. Das Bild wird dadurch erstaunlicherweise nicht beeinträchtigt, zumindest sind keine Störungen erkennbar. Die Skala ist sehr klein abgebildet, besser sieht es da beim Emissionsgrad und dem Akkustatus aus. Die Helligkeit ist ausreichend gut, der Kontrast ausbaufähig. Die manuelle Einstellung für Level und Span (Temperaturpegel und -spanne) ist ausgeprägter als die Auto-Skalierung. Ähnlich wie beim Fokus kann beides parallel genutzt werden: die automatische Funktion, um sich heranzutasten, und die manuelle Einstellung für den Feinschliff.

Energieversorgung

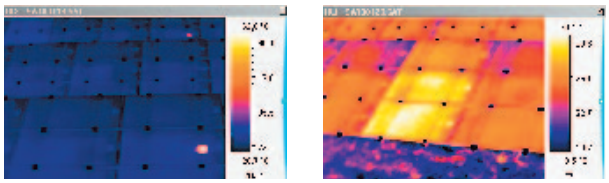
Der einzige beiliegende Akku ist leicht aus dem Gerät entfernbar, jedoch wirkt die gummiartige Klappe

TROTEC EC060 V

Thermogramme mit manuell eingestelltem Temperaturbereich

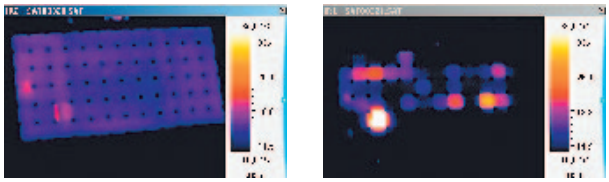


Thermogramme mit automatisch eingestelltem Temperaturbereich

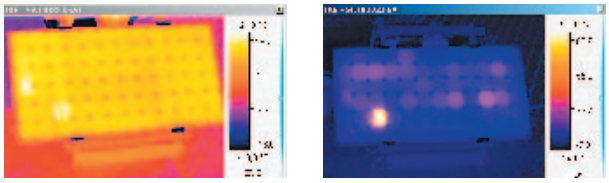


Alle vier provozierten Fehler (erwärmte Zellen, Strings im Leerlauf) in der ersten und dritten Modulreihe wurden sowohl auf dem Display als auch auf dem Computermonitor erkannt

Thermogramme mit manuell eingestelltem Temperaturbereich



Thermogramme mit automatisch eingestelltem Temperaturbereich



Die teilverschattete Zelle ist im MPP-Betrieb (Bild links) nur schwach erkennbar, im Kurzschlussbetrieb erwärmt sich die Zelle stärker, was auch deutlich im Thermogramm erkennbar ist

vom Akkufach so, als wäre sie auf Dauer nicht zuverlässig. Geladen wird der Akku in einem kleinen Ladegerät, das Laden im Gerät ist nur mit der Dockingstation möglich, für die uns leider das entsprechende Kabel fehlte. Enttäuschend ist das Fehlen eines Wechselakkus. Die Akkulaufzeit betrug im Test nur zwei Stunden und 22 Minuten und lag damit nur knapp über der als K.-o.-Kriterium gesetzten Mindestlaufzeit von zwei Stunden. Der Hersteller selbst gibt für dieses Modell eine Akkulaufzeit von drei Stunden an.

Software

Die Standardsoftware ist zwar im Lieferumfang enthalten, allerdings ist »IR Report« nicht beigelegt, sondern muss aus dem Internet heruntergeladen werden. Was so simpel klingt, gestaltet sich als höchst unbequemes Unterfangen. Der Download wird auf der Homepage angefordert, indem die Softwareversion, die Seriennummer des Geräts, die eigene Kundennummer und E-Mail-Adresse eingegeben werden. Daraufhin bekommt man ein sogenanntes Download-Ticket zugeschickt, mit dem die Software heruntergeladen werden kann. Besonders interessant ist die einmalige Gültigkeit dieses Tickets: Falls der Download abbricht, ist der Code verbraucht. Liegt keine zweite Kamera vor (Seriennummer!), muss man sich an den Service wenden. Der gesamte Vorgang gestaltet sich umständlich und zeitraubend. Vor dem Öffnen erscheint ein Pop-up, in dem man die Bearbeitungsversion auswählen muss. Hier ist lediglich »STD« (Standard) grün hinterlegt, also wählbar. Die Software an sich scheint einfach bedienbar zu sein, was auf das Öffnen der Thermogramme, das Setzen von Markern und auf Einstellungen wie den Emissionsgrad zutrifft. Die zugehörigen Temperaturwerte werden als Liste auf der rechten Bildschirmseite angezeigt. Sind mehrere Thermogramme geöffnet und bearbeitet, verlängert sich die Liste nach unten hin. Hier kann der Überblick schnell verloren gehen. Der Export der SAT-Datei zu BMP und JPEG ist nicht möglich, Experimentierfreudige bekommen folgende Fehlermeldung zu sehen: »Diese Funktion ist ungültig in der Testversion«, einzig das Format CSV ist möglich. Will man einen Bericht erstellen, steht man anfangs vor einem Rätsel. Zwar lässt sich ein weißes Blatt öffnen, es ist aber unklar, wie die bearbeiteten Thermogramme eingefügt werden können, geschweige denn, wie man das Layout bearbeiten oder einen Berichtstitel eingeben soll. Über den Hilfe-Button kann »Inhalt« gewählt werden, woraufhin sich ein PDF mit dem Titel »IrReport_DEU« öffnet – in Englisch. Die darin abgebildeten Fenster unterscheiden sich von denen im Programm. Alles in allem sehr nervtötend.

Die Reiter rechts und links neben dem Bearbeitungsformular strapazieren die Geduld. Kommt man in die Nähe dieser Reiter, ploppen sie auf, ob gewollt oder nicht. Fixieren lassen sich diese nur in geöffnetem Zustand, temporär verbergen lassen sie sich also nicht. Zusammenfassend ist diese Software nicht zu empfehlen, da sie kaum intuitiv bedienbar ist und auch keine verständliche Bedienungsanleitung beiliegt.

Die Übertragung der Daten von der Kamera ist per SD-Karte oder über den USB-Anschluss der Dockingstation möglich.

Fazit

Angesichts des geringen Preises ist die Bildqualität recht gut. Die kleine, leichte Kamera könnte gern etwas ergonomischer geformt sein, auch die Fokussierung wünscht man sich leichtgängiger. Die Bedienung der Kamera ist zwar gewöhnungsbedürftig, aber mit der Zeit hat man den Dreh raus und kommt mit der Bedienung größtenteils klar. Das Display ist ausreichend hell, die Einstellungen diesbezüglich könnten einfacher gestaltet sein. Der Punkt Transport ist ein Debakel, denn es ist lediglich ein Pappkoffer vorgesehen. Zwar kann man beim Hersteller einen Kunststoffkoffer erwerben, für den sicheren Transport der Kamera bei Wind und Wetter allerdings darf unserer Meinung nach der essenzielle Kunststoffkoffer weder fehlen noch zusätzliche Kosten verursachen! Für die Messung unterwegs wäre ein zweiter Akku wünschenswert, wenn nicht sogar von besonderer Bedeutung, gerade in diesem Fall bei der doch recht geringen Akkulaufzeit. Besonders langen Atem erfordert die Software, deren Bedienung bis auf wenige Ausnahmen intuitiv kaum möglich ist. *jhz*

Trotec GmbH & Co. KG

IC080 LV – teure Kamera mit deutlichem Verbesserungspotenzial

Romana Brentgens / photon-pictures.com (2)

◀ **Die IC080 LV ist die zweite Kamera von Trotec im Test – deutlich teuer, aber nur unwesentlich besser**

Die IC080 LV von Trotec ist mit 4.995 Euro (netto) deutlich teurer als die zuvor beschriebene EC060 V. Dafür gibt es mehr Pixel (384 mal 288 statt 160 mal 120) und eine höhere Empfindlichkeit.

Transport

In einem mit Schaumstoff gepolsterten Koffer ist ausreichend Platz für Kamera und Zubehör. Beim Öffnen und Schließen gab es keine Auffälligkeiten. Als Fallschutz ist eine Handschlaufe vorhanden. Ein Gurt kann am Koffer befestigt werden, um ihn auf das Dach zu hieven.

Zubehör und Ausstattung

Die auf die Optik aufgesetzte Kappe schützt sowohl vor Strahlung als auch vor Schmutz. Durch ein Bändchen gesichert, kann sie nicht verloren gehen, jedoch lässt sie sich schwer abnehmen. Der Anschluss für das USB-Kabel und der für das Netzteil befinden sich ebenso unter dem Griff wie der SD-Karten-Slot. Die Abdeckung ist gummiartig und sitzt nicht ganz so fest – hier könnten Schmutz und Feuchtigkeit eindringen. Die Kamera kann nicht auf einem Stativ befestigt werden.

Photon
DAS SOLARSTROM-MAGAZIN
Trotec IC080 LV
befriedigend
5/2013
www.photon.info/labor

Handling und Funktionen

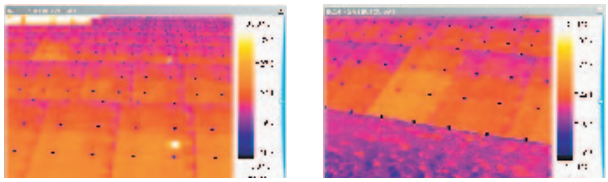
Der erste Eindruck ist weniger ansprechend, da die Verarbeitung dürftig ausfällt. Der Griff hat trotz abgerundeter Kanten eine eher eckige denn ergonomische Form, kann durch das mittig sitzende Display aber mit der rechten oder der linken Hand bedient werden. Alle Tasten sind gut erreichbar, Linkshänder kommen allerdings kaum an die An-/Aus-Taste. Es sind insgesamt vier Tasten, ein Steuerkreuz und ein Auslöser zur Steuerung vorgesehen, die Bedeutung der »A«- und der »S«-Taste wird ausprobiert oder im gedruckten Handbuch im DIN-A5-Format gesucht, das nicht nur vom Umfang her bescheiden ausfällt: Die Thermogramme sind sehr klein und dazu noch in Schwarz-Weiß, das Kapitel zur Software umfasst gerade mal die Installation. Das Handbuch warnt vor »Brennen an den Händen«, wenn die Kamera über einen längeren Zeitraum benutzt wird, ebenfalls wird bei Dauerbenutzung vor Überhitzung sowie Deformierung des Gehäuses gewarnt. Zudem können Temperaturschwankungen laut Handbuch zu Kondensation im Gerät führen (solcherlei Warnungen lassen einen Vertrieb in den USA vermuten).

Der Speichervorgang geht einfach und schnell, das Betrachten der gespeicherten Thermogramme hingegen könnte verbessert werden: Es gibt keine Galerie mit verkleinert dargestellten Thermogrammen, stattdessen werden Bildnummern angezeigt, die durchgeblättert werden müssen. Jedes Thermogramm, das der Benutzer anschauen will, muss von ihm wie bei der EC060 V einzeln aufgerufen werden – das nervt. Der Auslöser ist laut Handbuch frei belegbar, im Kameramenü jedoch ist diese Option nicht zu finden. Es können bis zu vier Messpunkte sowie zusätzlich das Temperaturmaximum oder das Temperaturminimum eingefügt werden. Die Fokussierung erfolgt über ein drehbares Rad, das gern etwas leichtgängiger sein könnte.

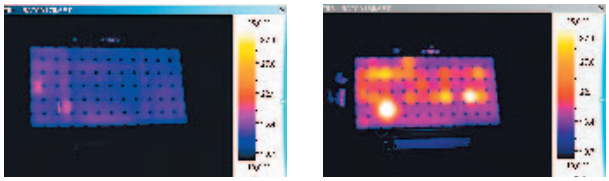
Display

Die glatte Oberfläche begünstigt Spiegelungen. Das Display wird einfach nach oben auf- und nach der Messung wieder zugeklappt, was einen gewissen Schutz vor Verkratzung darstellt, aber gleichzeitig auch Einbußen in der Bewegungsfreiheit mit sich bringt, da es nur vor und zurück bewegt werden kann. Der Informationsgehalt umfasst Akkustatus, Emissionsgrad, Uhrzeit, die Skala mit leider sehr kleinen Temperaturbereichsanzeigen sowie ein Diskettensymbol, wenn eine Speicherkarte eingesteckt

TROTEC IC080 LV



Alle vier provozierten Fehler (erwärmte Zellen, Strings im Leerlauf) in der ersten und dritten Modulreihe wurden sowohl auf dem Display als auch auf dem Computermonitor erkannt



Die teilverschattete Zelle ist im MPP-Betrieb (Bild links) nur schwach erkennbar, im Kurzschlussbetrieb erwärmt sich die Zelle stärker, was auch deutlich im Thermogramm erkennbar ist

ist. Das Thermogramm wird recht scharf abgebildet, jedoch wenig kontrastreich und mit geringen Hintergrundinformationen dargestellt. Es gibt keine Einstellungsmöglichkeit für die Helligkeit. In Innenräumen ist der Bildschirm hell genug, draußen jedoch höchstens ausreichend, auch hier verschattet man intuitiv mit Hand oder Körper, auch mit aufgesetzter Sonnenblende.

Energieversorgung

Es ist nur ein einziger Akku vorhanden, der im Fach auf der linken Griffseite Platz findet, beim Halten der Kamera stört dieses Fach nicht. Zum Entnehmen entfernt man die Klappe, schiebt den Akku nach unten und nimmt ihn dann heraus. Obwohl der Akku fest an den Kontakten sitzt, ist auch hier auf längere Sicht eine Materialermüdung nicht auszuschließen. Der Akku lässt sich ohne Probleme in das Ladegerät einbringen, optional ist ein Wechselakku erhältlich. Die Akkulaufzeit betrug im Test nur zwei Stunden und 20 Minuten und lag damit nur knapp über der als K.-o.-Kriterium gesetzten Mindestlaufzeit von zwei Stunden. Der Hersteller selbst gibt eine Akkulaufzeit von 2,5 Stunden an.

Software

(wie Trotec EC060 V)

Fazit

Obwohl die IC080 LV nur wenig wiegt und als Zubehör eine Sonnenblende enthält, ist der Außeneinsatz nicht unbedingt ratsam. Mit einer recht geringen Akkuleistung und ohne Wechselakku könnte man in Zeitnot geraten. Das Display spiegelt durch seine sehr glatte Oberfläche, mehr Helligkeit und ein stärkerer Kontrast wären wünschenswert. An den Umgang mit der Kamera könnte man sich gegebenenfalls gewöhnen, an den mit der Software jedoch eher weniger, hier treten zu viele störende Faktoren in den Vordergrund, beispielsweise bei der Erstellung eines Berichts. *jhz*

MARKTÜBERSICHT THERMOGRAFIEKAMERAS 2013

Hersteller		**Flir Systems**	
Typ		**Flir i7**	**Flir E30**
		Testbericht auf Seite 16	Testbericht auf Seite 18
Einsatzmöglichkeiten Photovoltaik		Nahaufnahmen	alle
welche Fehler lassen sich finden		alle	alle
Handhabung			
Gewicht		365 g	825 g
Abmessungen		223 × 79 × 83 mm	246 × 97 × 184 mm
Schutzart		IP 43	IP 54
Akkus wechselbar / Akkulaufzeit		ja / 5 h	ja / 4 h
Datenausgabe und -verarbeitung			
Speicher	Speichermedien	SD-Karte	SD-Karte
	Speichergröße	2 GB, > 10.000 Bilder (JPEG radiometrisch)	2 GB, > 2.000 Bilder (JPEG radiometrisch)
Schnittstellen (Konnektivität)		USB	USB, Analog-Video, radiometrisches Streaming über USB, Video über USB
zusätzliche Messfunktionen			
Laser-Positionsbestimmung		nein	mit Einblendung ins Wärmebild und Parallaxenkorrektur
(Digital-)Kamera für sichtbares Licht		nein	ja (2 Megapixel)
Anzahl der Messpunkte im Display		19.600	19.200
Emissionsgrad einstellbar		ja, manuell und Tabelle	ja, manuell und Tabelle
Spezifikationen			
Messbereich		-20 bis 250 °C	-20 bis 120 °C
Betriebstemperaturbereich		0 bis 50 °C	-15 bis 50 °C
Empfindlichkeit (NETD)		100 mK bei 30 °C	100 mK bei 30 °C
Messgenauigkeit		±2 °C oder 2 % des Ablesewertes	±2 °C oder 2 % des Ablesewertes
Detektorauflösung		140 × 140 Pixel	160 × 120 Pixel
Gesichtsfeld FOV mit Standardobjektiv (H° × V°)		29° × 29°	25° × 19°
Bildfrequenz		9 Hz	60 Hz
Preise / Service / Lieferbarkeit			
Nettopreis Standardausstattung für Installateure		2.095 €	2.995 €
Mietoption		ja	ja
technischer Support		Hotline, direkter Service, 48-h-Service, Web-Service, E-Mail	Hotline, direkter Service, 48-h-Service, Web-Service, E-Mail
Garantie		24 (Kamera ohne Akku) / 120 Monate (Detektor)	24 (Kamera ohne Akku) / 120 Monate (Detektor)
Schulungen		Tages-, 2-Tage-Anwender-, Zertifizierungs-, Inhouse-Schulung	Tages-, 2-Tage-Anwender-, Zertifizierungs-, Inhouse-Schulung
Werkskalibrierung mit Zertifikat bei Auslieferung		ja	ja
weitere Serviceangebote		Serviceverträge	Serviceverträge
Internetadresse		www.flir.de	

	Flir E40bx	Flir E50bx	Flir E60
			Testbericht auf Seite 20
			Romans Brentgens / photon-pictures.com (5)
	alle	alle	alle
	alle	alle	alle
	825 g	825 g	825 g
	246 × 97 × 184 mm	246 × 97 × 184 mm	246 × 97 × 184 mm
	IP 55	IP 55	IP 55
	ja / 4 h	ja / 4 h	ja / 4 h
	SD-Karte	SD-Karte	SD-Karte
	2 GB, > 1.500 Bilder (JPEG radiometrisch)	2 GB, > 1.500 Bilder (JPEG radiometrisch)	2 GB, > 1.500 Bilder (JPEG radiometrisch)
	USB, WLAN/WiFi, Bluetooth, Analog-Video, radiometrisches Streaming über USB, Video über USB, Thermogramme und Video über WiFi, Anschluss von Headset, Stromzangen und Feuchtemessgeräten über Bluetooth	WLAN/WiFi, Bluetooth, Analog-Video, radiometrisches Streaming über USB, Video über USB, Thermogramme und Video über WiFi, Anschluss von Headset, Stromzangen und Feuchtemessgeräten über Bluetooth	WLAN/WiFi, Bluetooth, Analog-Video, radiometrisches Streaming über USB, Video über USB, Thermogramme und Video über WiFi, Anschluss von Headset, Stromzangen und Feuchtemessgeräten über Bluetooth
	mit Einblendung ins Wärmebild und Parallaxenkorrektur	mit Einblendung ins Wärmebild und Parallaxenkorrektur	mit Einblendung ins Wärmebild und Parallaxenkorrektur
	ja (3,1 Megapixel)	ja (3,1 Megapixel)	ja (3,1 Megapixel)
	19.200	43.200	76.800
	ja, manuell und Tabelle	ja, manuell und Tabelle	ja, manuell und Tabelle
	-20 bis 120 °C	-20 bis 120 °C	-20 bis 120 °C; 0 bis 650 °C
	-15 bis 50 °C	-15 bis 50 °C	-15 bis 50 °C
	45 mK bei 30 °C	45 mK bei 30 °C	45 mK bei 30 °C
	±2 °C oder 2 % des Ablesewertes	±2 °C oder 2 % des Ablesewertes	±2 °C oder 2 % des Ablesewertes
	160 × 120 Pixel	240 × 180 Pixel	320 × 240 Pixel
	25° × 19°	25° × 19°	25° × 19°
	60 Hz	60 Hz	60 Hz
	3.995 €	5.495 €	7.495 €
	ja	ja	ja
	Hotline, direkter Service, 48-h-Service, Web-Service, E-Mail	Hotline, direkter Service, 48-h-Service, Web-Service, E-Mail	Hotline, direkter Service, 48-h-Service, Web-Service, E-Mail
	24 (Kamera ohne Akku) / 120 Monate (Detektor)	24 (Kamera ohne Akku) / 120 Monate (Detektor)	24 (Kamera ohne Akku) / 120 Monate (Detektor)
	Tages-, 2-Tage-Anwender-, Zertifizierungs-, Inhouse-Schulung	Tages-, 2-Tage-Anwender-, Zertifizierungs-, Inhouse-Schulung	Tages-, 2-Tage-Anwender-, Zertifizierungs-, Inhouse-Schulung
	ja	ja	ja
	Serviceverträge	Serviceverträge	Serviceverträge

MARKTÜBERSICHT THERMOGRAFIEKAMERAS 2013 (Fortsetzung)

Hersteller		**Flir Systems**	
Typ		**Flir T420**	**Flir T440**
			Testbericht auf Seite 22
		Flir Systems GmbH	
Einsatzmöglichkeiten Photovoltaik		alle	alle
welche Fehler lassen sich finden		alle	alle
Handhabung			
Gewicht		880 g	880 g
Abmessungen		106 × 201 × 125 mm	106 × 201 × 125 mm
Schutzart		IP 55	IP 55
Akkus wechselbar / Akkulaufzeit		ja / 4 h	ja / 4 h
Datenausgabe und -verarbeitung			
Speicher	Speichermedien	SD-Karte	SD-Karte
	Speichergröße	2 GB, > 1.500 Bilder (JPEG radiometrisch)	2 GB, > 1.500 Bilder (JPEG radiometrisch)
Schnittstellen (Konnektivität)		WLAN/WiFi, Bluetooth, Analog-Video, radiometrisches Streaming über USB, Video über USB, Thermogramme und Video über WiFi, Anschluss von Headset, Stromzangen und Feuchtemessgeräten über Bluetooth	WLAN/WiFi, Bluetooth, Analog-Video, radiometrisches Streaming über USB, Video über USB, Thermogramme und Video über WiFi, Anschluss von Headset, Stromzangen und Feuchtemessgeräten über Bluetooth
zusätzliche Messfunktionen			
Laser-Positionsbestimmung		mit Einblendung ins Wärmebild und Parallaxenkorrektur	mit Einblendung ins Wärmebild und Parallaxenkorrektur
(Digital-)Kamera für sichtbares Licht		ja (3,1 Megapixel)	ja (3,1 Megapixel)
Anzahl der Messpunkte im Display		76.800	76.800
Emissionsgrad einstellbar		ja, manuell und Tabelle	ja, manuell und Tabelle
Spezifikationen			
Messbereich		-20 bis 120 °C; 0 bis 350 °C; 200 bis 1.200 °C	-20 bis 120 °C; 0 bis 350 °C; 200 bis 1.200 °C
Betriebstemperaturbereich		-15 bis 50 °C	-15 bis 50 °C
Empfindlichkeit (NETD)		45 mK bei 30 °C	45 mK bei 30 °C
Messgenauigkeit		±2 °C oder 2 % des Ablesewertes	±2 °C oder 2 % des Ablesewertes
Detektorauflösung		320 × 240 Pixel	320 × 240 Pixel
Gesichtsfeld FOV mit Standardobjektiv (H° × V°)		25° × 19°	25° × 19°
Bildfrequenz		60 Hz	60 Hz
Preise / Service / Lieferbarkeit			
Nettopreis Standardausstattung für Installateure		8.950 €	10.950 €
Mietoption		ja	ja
technischer Support		Hotline, direkter Service, 48-h-Service, Web-Service, E-Mail	Hotline, direkter Service, 48-h-Service, Web-Service, E-Mail
Garantie		24 (Kamera ohne Akku) / 120 Monate (Detektor)	24 (Kamera ohne Akku) / 120 Monate (Detektor)
Schulungen		Tages-, 2-Tage-Anwender-, Zertifizierungs-, Inhouse-Schulung	Tages-, 2-Tage-Anwender-, Zertifizierungs-, Inhouse-Schulung
Werkskalibrierung mit Zertifikat bei Auslieferung		ja	ja
weitere Serviceangebote		Serviceverträge	Serviceverträge
Internetadresse		www.flir.de	

	Fluke		HT Instruments
	TiR32	**TiR125**	**THT41**
	Testbericht auf Seite 26	Testbericht auf Seite 24	
		Romana Brentgens / photon-pictures.com (3)	HT Instruments GmbH
	Nahaufnahmen, Großanlagen, Wärmebilder, Sichtbilder, überblendete Wärme- und Sichtbilder, Bild im Bild	Nahaufnahmen, Großanlagen, Wärmebilder, Sichtbilder, überblendete Wärme- und Sichtbilder	einzelne Module, Großanlagen
	Verschattung, Verkabelung, defekte Module, Hotspots, Mikrorisse, Fehler an Stellmotoren	Verschattung, Verkabelung, defekte Module, Hotspots, Mikrorisse, Fehler an Stellmotoren	Verschattung, Verkabelung, Hotspots
	1.050 g	730 g	730 g
	277 × 122 × 170 mm	284 × 86 × 135 mm	240 × 111 × 124 mm
	IP 54	IP 54	k. A.
	ja / > 4 h	ja / > 4 h	ja / > 2 h
	SD-Karte	SD-Karte	SD-Karte
	2 GB, > 3.000 Bilder (nicht-radiometrisch, BMP oder JPEG; oder vollständig radiometrisch, IS2)	3 GB, > 3.000 Bilder (nicht-radiometrisch, BMP oder JPEG; oder vollständig radiometrisch, IS2)	2 GB, max. 1.000 Bilder (JPEG)
	USB	USB	USB
	nein	ja	nein
	ja (2 Megapixel)	ja (2 Megapixel)	nein
	vollständig radiometrisch, jeder Messpunkt kann angezeigt werden	vollständig radiometrisch, jeder Messpunkt kann angezeigt werden	2
	ja	ja	ja
	-20 bis 150 °C	-20 bis 150 °C	-20 bis 250 °C
	-10 bis 50 °C	-10 bis 50 °C	-10 bis 50 °C
	≤ 40 mK	≤ 80 mK	k. A.
	± 2 °C	± 2 °C	±2 °C oder 2 % des Ablesewertes
	320 × 240 Pixel	160 × 120 Pixel	k. A.
	k. A.	22,5° × 31°	21° × 16°
	9 Hz	9 Hz	50 Hz
	7.495 €	4.995 €	1.995 €
	nein	nein	nein
	Hotline, E-Mail	Hotline, E-Mail	Hotline, E-Mail
	24 Monate	24 Monate	24 Monate
	ja	ja	ja
	nein	nein	ja
	Schulungsvideos, Reparatur, Kalibrierung	Schulungsvideos, Reparatur, Kalibrierung	Kalibrierprotokoll
	www.fluke.de		www.ht-instruments.de

MARKTÜBERSICHT THERMOGRAFIEKAMERAS 2013 (Fortsetzung)

Hersteller		**HT Instruments**	
Typ		**THT44**	**THT49**
		Testbericht auf Seite 28	Testbericht auf Seite 30
Einsatzmöglichkeiten Photovoltaik		einzelne Module, Großanlagen	einzelne Module, Großanlagen, Nahaufnahmen, Weitaufnahmen
welche Fehler lassen sich finden		Verschattung, Verkabelung, defekte Module, Hotspots	Verschattung, Verkabelung, defekte Module, Hotspots
Handhabung			
Gewicht		730 g	790 g
Abmessungen		240 × 111 × 124 mm	252 × 182 × 112 mm
Schutzart		k. A.	k. A.
Akkus wechselbar / Akkulaufzeit		ja / > 2 h	ja / > 2 h
Datenausgabe und -verarbeitung			
Speicher	Speichermedien	SD-Karte	Mini-SD-Karte
	Speichergröße	2 GB, max. 1.000 Bilder bzw. 55 min Video	4 GB, max. 1.000 Bilder bzw. 55 min Video
Schnittstellen (Konnektivität)		USB, HDMI-Video	USB, HDMI-Video
zusätzliche Messfunktionen			
Laser-Positionsbestimmung		ja	ja
(Digital-)Kamera für sichtbares Licht		ja (1.600 × 1.200 Pixel)	ja (1.600 × 1.200 Pixel)
Anzahl der Messpunkte im Display		2	2
Emissionsgrad einstellbar		ja	ja
Spezifikationen			
Messbereich		-20 bis 250 °C	-20 bis 250 °C
Betriebstemperaturbereich		-10 bis 50 °C	-10 bis 50 °C
Empfindlichkeit (NETD)		k. A.	k. A.
Messgenauigkeit		±2 °C oder 2 % des Ablesewertes	±2 °C oder 2 % des Ablesewertes
Detektorauflösung		k. A.	k. A.
Gesichtsfeld FOV mit Standardobjektiv (H° × V°)		21° × 16°	22° × 16°
Bildfrequenz		50 Hz PAL / 60 Hz NTSC	50 Hz PAL / 60 Hz NTSC
Preise / Service / Lieferbarkeit			
Nettopreis Standardausstattung für Installateure		3.695 €	6.480 €
Mietoption		nein	ja
technischer Support		Hotline, E-Mail	Hotline, E-Mail
Garantie		24 Monate	24 Monate
Schulungen		ja	ja
Werkskalibrierung mit Zertifikat bei Auslieferung		ja	ja
weitere Serviceangebote		Kalibrierprotokoll	Kalibrierprotokoll
Internetadresse		www.ht-instruments.de	

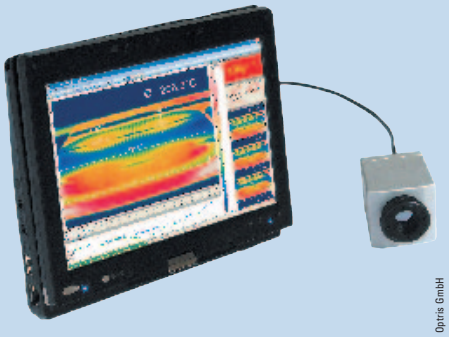
ICO-Data		
S 80 HR	**TI 160**	**TI 395**
Nahaufnahmen, Großanlagen	Nahaufnahmen, Großanlagen	Nahaufnahmen, Großanlagen
Verschattung, Verkabelung, defekte Module, Hotspots, Mikrorisse	Verschattung, Verkabelung, defekte Module, Hotspots, Mikrorisse	Verschattung, Verkabelung, defekte Module, Hotspots, Mikrorisse
700 g	650 g	393 g
82 × 125 × 95 mm	k. A.	128 × 62 × 154 mm
IP 54	IP 54	IP 54
ja / 3 h	ja / 3 h	ja / 3 h
Mini-SD-Karte	eingebaute Speicherkarte	Mini-SD-Karte
k. A.	1.500 Bilder	2 GB, 10.000 Bilder
nein	nein	USB
ja	ja	ja
ja (640 × 480 Pixel)	nein	ja (2 Megapixel)
4	4	4
ja	ja	ja
-20 bis 250 °C, optional bis 1.500 °C	-20 bis 350 °C, optional bis 1.200 °C	-20 bis 350 °C, optional bis 1.200 °C
k. A.	k. A.	k. A.
500 mK bei 30 °C	650 mK bei 30 °C	650 mK bei 30 °C
±2 °C oder 2 %, jeweils höherer Wert	±2 °C oder 2 %, jeweils höherer Wert	±2 °C oder 2 %, jeweils höherer Wert
384 × 288 Pixel	160 × 120 Pixel	384 × 288 Pixel
24° × 18°	21° × 16°	21° × 16°
50 / 60 Hz	50 / 60 Hz	50 / 60 Hz
4.995 €	2.295 €	5.995 €
ja	ja	ja
Telefon von 8 - 18 Uhr, E-Mail	Telefon von 8 - 18 Uhr, E-Mail	Telefon von 8 - 18 Uhr, E-Mail
12 Monate	12 Monate	12 Monate
Operator-Kurse, Photovoltaikthermografie und weitere	Operator-Kurse, Photovoltaikthermografie und weitere	Operator-Kurse, Photovoltaikthermografie und weitere
ja	ja	ja
Kalibrierungsprüfung, Kalibrierung	Kalibrierungsprüfung, Kalibrierung	Kalibrierungsprüfung, Kalibrierung
www.icodata.de		

Romana Brentgens / photon-pictures.com (2)

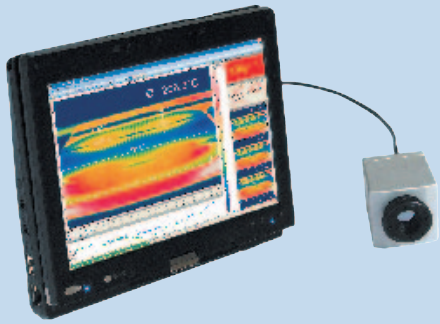
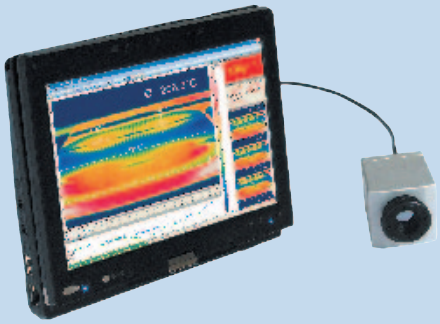
ICO Data GmbH (3)

MARKTÜBERSICHT THERMOGRAFIEKAMERAS 2013 (Fortsetzung)

Hersteller		**Infratec**	**Jenoptik**
Typ		**MobileIR E9**	**VarioCAM hr inspect 400/500 Serie (Modell 2013)**
			Testbericht auf Seite 32
Einsatzmöglichkeiten Photovoltaik		Nahaufnahmen bis Kleinanlagen	Nahaufnahmen bis Kleinanlagen
welche Fehler lassen sich finden		Verschattungen, Verkabelung, defekte Module, Hotspots, Mikrorisse	Verschattungen, Verkabelung, defekte Module, Hotspots, Mikrorisse
Handhabung			
Gewicht		980 g (Komplettausstattung)	1.500 g (Komplettausstattung)
Abmessungen		112 × 182 × 252 mm	133 × 106 × 110 mm
Schutzart		IP 54	IP 54
Akkus wechselbar / Akkulaufzeit		ja / > 2 h	ja / > 3 - 5 h
Datenausgabe und -verarbeitung			
Speicher	Speichermedien	SD-Karte	SD-Karte
	Speichergröße	4 GB, > 2.000 Infrarotbildaufnahmen	2 GB, > 2.000 Infrarotbildaufnahmen
Schnittstellen (Konnektivität)		USB	WLAN/WiFi, Bluetooth, FireWire, GPS-Empfänger optional verfügbar
zusätzliche Messfunktionen			
Laser-Positionsbestimmung		ja	ja
(Digital-)Kamera für sichtbares Licht		ja (1,92 Megapixel)	ja (1,3 Megapixel)
Anzahl der Messpunkte im Display		2	10
Emissionsgrad einstellbar		ja	ja
Spezifikationen			
Messbereich		-20 bis 250 °C	-40 bis 600 °C
Betriebstemperaturbereich		-10 bis 50 °C	-15 bis 50 °C
Empfindlichkeit (NETD)		< 60 mK bei 30 °C	< 30 mK bei 30 °C
Messgenauigkeit		± 2 °C oder ± 2 %	±1,5 °C oder ±1,5 %, Präzisionskalibrierung ±1 °C oder ±1 % optional verfügbar
Detektorauflösung		384 × 288 Pixel	384 × 288 Pixel
Gesichtsfeld FOV mit Standardobjektiv (H° × V°)		22° × 16°	30° × 23°
Bildfrequenz		50 Hz vollradiometrisch	60 Hz vollradiometrisch
Preise / Service / Lieferbarkeit			
Nettopreis Standardausstattung für Installateure		ab 6.800 €	ab 11.950 €
Mietoption		ja	ja
technischer Support		24-h-Hotline, direkter Service, E-Mail	24-h-Hotline, direkter Service, E-Mail
Garantie		24 Monate	36 Monate
Schulungen		Grundlagenschulung, spezielle Schulungen für Inspektion im Bereich Photovoltaik, Bauthermografieschulungen, Software-Schulung, »Stufe 1«-Kurse	Grundlagenschulung, spezielle Schulungen für Inspektion im Bereich Photovoltaik, Software-Schulung, »Stufe 1«-Kurse
Werkskalibrierung mit Zertifikat bei Auslieferung		ja, Kalibrierzertifikat über den gesamten Temperaturmessbereich im Standardlieferumfang enthalten	ja, Kalibrierzertifikat über den gesamten Temperaturmessbereich im Standardlieferumfang enthalten
weitere Serviceangebote		Kalibrierservice, Reparaturservice, Beratung und Support	Kalibrierservice, Reparaturservice, Beratung und Support
Internetadresse		www.infratec.de	www.infratec.de

			Optris
	VarioCAM hr inspect 600/700 Serie (Modell 2013)	**VarioCAM HD inspect 800er/900 Serie**	**Optris PI160**
	Romana Brentgens / photon-pictures.com	Infratec GmbH (3)	 Optris GmbH
	Nahaufnahmen bis Großanlage (mit hoher Effizienz)	Nahaufnahmen bis Großanlage (mit höchster Effizienz)	Nahaufnahmen, Zell-Flasher, Großanlagen
	Verschattungen, Verkabelung, defekte Module, Hotspots, Mikrorisse	Verschattungen, Verkabelung, defekte Module, Hotspots, Mikrorisse	Verschattung, defekte Module, Hotspots, Mikrorisse
	1.500 g (Komplettausstattung)	1.700 g (Komplettausstattung)	195 g
	133 × 106 × 110 mm	210 × 125 × 155 mm	45 × 45 × 62 mm
	IP 54	IP 54	IP 65
	ja / > 3 - 5 h	ja / > 3 h	k. A.
	SD-Karte	SDHC-Karte	k. A.
	2 GB, > 2.000 Infrarotbildaufnahmen	4 GB, > 2.000 Infrarotbildaufnahmen	k. A.
	WLAN/WiFi, Bluetooth, FireWire, GPS-Empfänger optional verfügbar	USB, WLAN/WiFi, Bluetooth, GigE-Vision Standardschnittstelle, GPS-Empfänger integriert	USB, Ethernet, Verlängerung optional
	ja	ja, Laserentfernungsmesser optional verfügbar	nein
	ja (1,3 Megapixel)	ja (8 Megapixel)	nein
	10	10	k. A.
	ja	ja	ja
	-40 bis 1.200 °C	-40 bis 1.200 °C	-20 bis 100 °C, 0 bis 250 °C, 150 bis 900 °C, zusätzlicher Bereich: 200 bis 1.500 °C
	-15 bis 50 °C	-25 bis 50 °C	0 bis 50 °C
	< 30 mK bei 30 °C	< 50 mK bei 30 °C	80 mK mit 23° × 17° FOV / F = 0,8; 300 mK mit 6° × 5° FOV / F = 1,6, 100 mK mit 41° × 31° FOV und 72° × 52° FOV / F = 1
	±1,5 °C oder ±1,5 %, Präzisionskalibrierung ±1 °C oder ±1 % optional verfügbar	±1,5 °C oder ±1,5 %, Präzisionskalibrierung ±1 °C oder ±1 % optional verfügbar	±2 °C oder ±2 %
	640 × 480 Pixel	1.024 × 768 Pixel	160 × 120 Pixel
	30° × 23°	32° × 24°	23° × 17°
	60 Hz vollradiometrisch	30 Hz mit (1.024 × 768) IR-Pixeln / 60 Hz mit (640 × 480) IR-Pixeln / 120 Hz mit (384 × 288) IR-Pixeln / 240 Hz mit (1.024 × 96) IR-Pixeln	120 Hz
	ab 18.950 €	ab 34.490 €	2.950 €
	ja	ja	nein
	24-h-Hotline, direkter Service, E-Mail	24-h-Hotline, direkter Service, E-Mail	Hotline, direkter Service, E-Mail
	36 Monate	36 Monate	24 Monate
	Grundlagenschulung, spezielle Schulungen für Inspektion im Bereich Photovoltaik, Software-, Bauthermografieschulung, »Stufe 1«-Kurse	Kamera-, Softwaretraining, Grundlagenschulung, spezielle Schulungen für Inspektion im Bereich Photovoltaik, Bauthermografieschulung, »Stufe 1«-Kurse	auf Anfrage
	ja, Kalibrierzertifikat über den gesamten Temperaturmessbereich im Standardlieferumfang enthalten	ja, Kalibrierzertifikat über den gesamten Temperaturmessbereich im Standardlieferumfang enthalten	ja
	Kalibrierservice, Reparaturservice, Beratung und Support	Kalibrierservice, Reparaturservice, Applikationsberatung, Servicepakete, Beratung und Support	k. A.
			www.optris.de

MARKTÜBERSICHT THERMOGRAFIEKAMERAS 2013 (Fortsetzung)

Hersteller		**Optris**	
Typ		**Optris PI200**	**Optris PI230**
			
Einsatzmöglichkeiten Photovoltaik		Nahaufnahmen, Zell-Flasher, Großanlagen	Nahaufnahmen, Zell-Flasher, Großanlagen
welche Fehler lassen sich finden		Verschattung, defekte Module, Hotspots, Mikrorisse	Verschattung, defekte Module, Hotspots, Mikrorisse
Handhabung			
Gewicht		215 g	215 g
Abmessungen		45 × 45 × 62 mm	45 × 45 × 62 mm
Schutzart		IP 65	IP 65
Akkus wechselbar / Akkulaufzeit		k. A.	k. A.
Datenausgabe und -verarbeitung			
Speicher	Speichermedien	k. A.	k. A.
	Speichergröße	k. A.	k. A.
Schnittstellen (Konnektivität)		USB, Ethernet, Verlängerung optional	USB, Ethernet, Verlängerung optional
zusätzliche Messfunktionen			
Laser-Positionsbestimmung		nein	nein
(Digital-)Kamera für sichtbares Licht		ja (640 × 480 Pixel)	ja (640 × 480 Pixel)
Anzahl der Messpunkte im Display		k. A.	k. A.
Emissionsgrad einstellbar		ja	ja
Spezifikationen			
Messbereich		-20 bis 100 °C, 0 bis 250 °C, 150 bis 900 °C, zusätzlicher Bereich: 200 bis 1.500 °C	-20 bis 100 °C, 0 bis 250 °C, 150 bis 900 °C, zusätzlicher Bereich: 200 bis 1.500 °C
Betriebstemperaturbereich		0 bis 50 °C	0 bis 50 °C
Empfindlichkeit (NETD)		80 mK mit 23° × 17° FOV / F = 0,8; 300 mK mit 6° × 5° FOV / F = 1,6, 100 mK mit 41° × 31° FOV und 72° × 52° FOV / F = 1	80 mK mit 23° x 17° FOV / F = 0,8; 300 mK mit 6° × 5° FOV / F = 1,6, 100 mK mit 41° × 31° FOV und 72° × 52° FOV / F = 1
Messgenauigkeit		±2 °C oder ±2 %	±2 °C oder ±2 %
Detektorauflösung		160 × 120 Pixel	160 × 120 Pixel
Gesichtsfeld FOV mit Standardobjektiv (H° × V°)		23° × 17°	23° × 17°
Bildfrequenz		128 Hz	128 Hz
Preise / Service / Lieferbarkeit			
Nettopreis Standardausstattung für Installateure		3.900 €	3.900 €
Mietoption		nein	nein
technischer Support		Hotline, direkter Service, E-Mail	Hotline, direkter Service, E-Mail
Garantie		24 Monate	24 Monate
Schulungen		auf Anfrage	auf Anfrage
Werkskalibrierung mit Zertifikat bei Auslieferung		ja	ja
weitere Serviceangebote		k. A.	k. A.
Internetadresse		www.optris.de	

	Optris PI400	Optris PI450	PCE Instruments PCE-TC 9
		 Optris GmbH (4)	 PCE Deutschland GmbH
	Nahaufnahmen, Zell-Flasher, Großanlagen, Drohne	Nahaufnahmen, Zell-Flasher, Großanlagen, Drohne	Nahaufnahmen, Übersichtsbilder
	Verschattung, defekte Module, Hotspots, Mikrorisse, IR-Flug-Applikationen	Verschattung, defekte Module, Hotspots, Mikrorisse, IR-Flug-Applikationen	Verschattung, Verkabelung, defekte Module, Hotspots, Mikrorisse
	320 g	320 g	363 g (mit Akku)
	46 × 56 × 90 mm	46 × 56 × 90 mm	126 × 62 × 154 mm
	IP 65	IP 65	IP 50
	k. A.	k. A.	ja / > 3 h
	k. A.	k. A.	SD-Karte, intern und extern
	k. A.	k. A.	intern 500 Bilder und extern 4.000 Bilder (JPEG)
	USB, Ethernet, Verlängerung optional	USB, Ethernet, Verlängerung optional	USB, Online-Video per USB möglich
	nein	nein	ja
	nein	nein	ja (3 Megapixel)
	k. A.	k. A.	4
	ja	ja	ja
	-20 bis 100 °C, 0 bis 250 °C, 150 bis 900 °C, zusätzlicher Bereich: 200 bis 1.500 °C	-20 bis 100 °C, 0 bis 250 °C, 150 bis 900 °C, zusätzlicher Bereich: 200 bis 1.500 °C	-20 bis 250 °C
	0 bis 50 °C	0 bis 70 °C	-20 bis 50 °C
	80 mK mit 32° × 24° FOV / F = 0,7; 80 mK mit 62° × 49° FOV / F = 0,8; 100 mK mit 13° × 10° FOV / F = 1,0	80 mK mit 32° × 24° FOV / F = 0,7; 80 mK mit 62° × 49° FOV / F = 0,8; 100 mK mit 13° × 10° FOV / F = 1,0	< 0,65 mK bei 30 °C
	±2 °C oder ±2 %	±2 °C oder ±2 %	±2 °C
	382 × 288 Pixel	382 × 288 Pixel	384 × 288 Pixel
	32° × 24°	32° × 24°	21° × 16°
	80 Hz	80 Hz	50 Hz
	4.950 €	5.900 €	4.495 €
	nein	nein	nein
	Hotline, direkter Service, E-Mail	Hotline, direkter Service, E-Mail	Hotline, E-Mail
	24 Monate	24 Monate	24 Monate
	auf Anfrage	auf Anfrage	auf Anfrage
	ja	ja	nein
	k. A.	k. A.	auf Anfrage
			www.warensortiment.de

MARKTÜBERSICHT THERMOGRAFIEKAMERAS 2013 (Fortsetzung)

Hersteller		**Testboy**	
Typ		**Testboy TV 303**	**Testboy TV 309**
			Testbericht auf Seite 34
		Testboy GmbH	
Einsatzmöglichkeiten Photovoltaik		Ortung defekter Module im laufenden Betrieb	Ortung defekter Module im laufenden Betrieb
welche Fehler lassen sich finden		vorbeugende Instandhaltung – Erfassung elektrischer und mechanischer Probleme, Elektroinstallation, z. B. Schaltschrank	vorbeugende Instandhaltung – Erfassung elektrischer und mechanischer Probleme, Elektroinstallation, z. B. Schaltschrank
Handhabung			
Gewicht		600 g (ohne Akku)	700 g (ohne Akku)
Abmessungen		270 × 100 × 72 mm	197 × 178 × 73 mm
Schutzart		k. A.	k. A.
Akkus wechselbar / Akkulaufzeit		ja / bis zu 3 h Nonstop-Betrieb	ja / bis zu 3 h Nonstop-Betrieb
Datenausgabe und -verarbeitung			
Speicher	Speichermedien	interner Flash-Speicher	interner Flash-Speicher, SD-Karte
	Speichergröße	2.000 Bilder (JPEG)	1 GB (SD-Karte), 4.000 Bilder (JPEG)
Schnittstellen (Konnektivität)		USB, Video-/Audioausgang: PAL, NTSC, JA	USB, Video HDMI, Video-/Audioausgang: PAL, NTSC, JA
zusätzliche Messfunktionen			
Laser-Positionsbestimmung		ja	ja
(Digital-)Kamera für sichtbares Licht		nein	ja
Anzahl der Messpunkte im Display		1	4
Emissionsgrad einstellbar		ja	ja
Spezifikationen			
Messbereich		-20 bis 350 °C, optional bis 600 °C	-20 bis 350 °C, optional bis 600 °C
Betriebstemperaturbereich		-15 bis 50 °C	-15 bis 50 °C
Empfindlichkeit (NETD)		100 mK	100 mK
Messgenauigkeit		2 °C oder 2 % (der höhere Wert gilt)	2 °C oder 2 % (der höhere Wert gilt)
Detektorauflösung		160 × 120 Pixel	160 × 120 Pixel
Gesichtsfeld FOV mit Standardobjektiv (H° × V°)		18° × 13°	12° × 9°
Bildfrequenz		50 Hz	50 Hz / 60 Hz
Preise / Service / Lieferbarkeit			
Nettopreis Standardausstattung für Installateure		4.540 €	4.540 €
Mietoption		nein	nein
technischer Support		Hotline, E-Mail	Hotline, E-Mail
Garantie		24 Monate (Herstellergarantie)	24 Monate (Herstellergarantie)
Schulungen		Software-Schulung	Software-Schulung
Werkskalibrierung mit Zertifikat bei Auslieferung		ja, auf Anfrage	ja, auf Anfrage
weitere Serviceangebote		Kalibrierungsservicecenter	Kalibrierungsservicecenter
Internetadresse		www.testboy.de	

	Testo		
	Testo 875 / 875i (Pistole)	**Testo 876 (Camcorder)**	**Testo 882 (Pistole)**
		Testbericht auf Seite 36	
	Romana Brentgens / photon-pictures.com Testo AG / Testo AG	Romana Brentgens / photon-pictures.com	Testo AG
	Übersichtsaufnahmen von kleinen Anlagen, Nahaufnahmen, Aufnahmen aus mittlerer Entfernung (mit Teleobjektiv)	Übersichtsaufnahmen von kleinen Anlagen, Nahaufnahmen, Aufnahmen aus mittlerer Entfernung (mit Teleobjektiv)	Übersichtsaufnahmen von kleinen Anlagen, Nahaufnahmen
	alle	alle	alle
	ca. 900 g	ca. 900 g	ca. 900 g
	152 × 108 × 262 mm	210 × 85 × 97 mm	105 × 108 × 262 mm
	IP 54	IP 54	IP 54
	ja / 4 h	ja / 4 h	ja / 4 h
	SD-Karte	SD-Karte	SD-Karte
	2 GB, ca. 2.000 Bilder (BMT; Exportmöglichkeit in BMP, JPEG, PNG, CSV, XLS)	3 GB, ca. 2.000 Bilder (BMT; Exportmöglichkeit in BMP, JPEG, PNG, CSV, XLS)	2 GB, ca. 1.000 Bilder (BMT; Exportmöglichkeit in BMP, JPEG, PNG, CSV, XLS)
	USB, Videostreaming über USB	USB, Videostreaming über USB	USB, Videostreaming über USB
	ja	nein	ja
	ja mit Power-LEDs (640 × 480 Pixel)	ja (640 × 480 Pixel)	ja mit Power-LEDs (640 × 480 Pixel)
	2	1	2
	ja (0,01 … 1)	ja (0,01 … 1)	ja (0,01 … 1)
	-20 bis 100 °C, umschaltbar auf 0 bis 350 °C, optionale Hochtemperaturmessung 350 bis 550 °C	-20 bis 100 °C, umschaltbar auf 0 bis 280 °C	-20 bis 100 °C, umschaltbar auf 0 bis 350 °C, optionale Hochtemperaturmessung 350 bis 550 °C
	-15 bis 40 °C	-15 bis 40 °C	-15 bis 40 °C
	< 50 mK bei 30 °C	< 80 mK bei 30 °C	< 50 mK bei 30 °C
	±2 °C, ±2 % vom Messwert, ±3 % vom Messwert (350 bis 550 °C)	±2 °C, ±2 % vom Messwert	±2 °C, ±2 % vom Messwert, ±3 % vom Messwert (350 bis 550 °C)
	160 × 120 Pixel	160 × 120 Pixel	320 × 240 Pixel
	32° × 23°	32° × 23°	32° × 23°
	33 Hz	9 Hz	33 Hz
	ab 1.995 €, je nach Ausstattung	ab 3.495 €, je nach Ausstattung	ab 5.995 €, je nach Ausstattung
	nein	nein	nein
	direkter Service, E-Mail, Hotline	direkter Service, E-Mail, Hotline	direkter Service, E-Mail, Hotline
	24 Monate	24 Monate	24 Monate
	Thermografieschulungen der Testo Akademie	Thermografieschulungen der Testo Akademie	Thermografieschulungen der Testo Akademie
	ja	ja	ja
	ISO-Kalibrierzertifikate – Kalibrierpunkte bei 0 °C, +25 °C, 50 °C / Kalibrierpunkte bei 0 C°, +100 °C, 200 °C / frei wählbare Kalibrierpunkte auf Anfrage	ISO-Kalibrierzertifikate – Kalibrierpunkte bei 0 °C, +25 °C, 50 °C / Kalibrierpunkte bei 0 C°, +100 °C, 200 °C / frei wählbare Kalibrierpunkte auf Anfrage	ISO-Kalibrierzertifikate – Kalibrierpunkte bei 0 °C, +25 °C, 50 °C / Kalibrierpunkte bei 0 C°, +100 °C, 200 °C / frei wählbare Kalibrierpunkte auf Anfrage
	www.testo.de		

MARKTÜBERSICHT THERMOGRAFIEKAMERAS 2013 (Fortsetzung)

Hersteller		**Testo**	
Typ		**Testo 885 (Camcorder)**	**Testo 890 (Camcorder)**
		Testbericht auf Seite 38	
Einsatzmöglichkeiten Photovoltaik		Übersichtsaufnahmen von mittleren Anlagen, Nahaufnahmen, Aufnahmen aus größerer Entfernung (mit Teleobjektiv)	Übersichtsaufnahmen von Großanlagen, Nahaufnahmen, Aufnahmen aus großer Entfernung (mit Teleobjektiv)
welche Fehler lassen sich finden		alle	alle
Handhabung			
Gewicht		1.570 g	1.630 g
Abmessungen		253 × 132 × 111 mm	253 × 132 × 111 mm
Schutzart		IP 54	IP 54
Akkus wechselbar / Akkulaufzeit		ja / 4,5 h	ja / 4,5 h
Datenausgabe und -verarbeitung			
Speicher	Speichermedien	SD-Karte	SD-Karte
	Speichergröße	2 GB, 2.000 - 3.000 Bilder (BMT; Exportmöglichkeit in BMP, JPEG, PNG, CSV, XLS)	2 GB, 800 - 1.000 Bilder (BMT; Exportmöglichkeit in BMP, JPEG, PNG, CSV, XLS)
Schnittstellen (Konnektivität)		USB, Bluetooth, Videostreaming über USB	USB, Bluetooth, Videostreaming über USB
zusätzliche Messfunktionen			
Laser-Positionsbestimmung		ja	ja
(Digital-)Kamera für sichtbares Licht		ja mit Power-LEDs (3,1 Megapixel)	ja mit Power-LEDs (3,1 Megapixel)
Anzahl der Messpunkte im Display		3	3
Emissionsgrad einstellbar		ja (0,01 … 1)	ja (0,01 … 1)
Spezifikationen			
Messbereich		-20 bis 100 °C, umschaltbar auf 0 bis 350 °C, optionale Hochtemperaturmessung 350 bis 1.200 °C	-20 bis 100 °C, umschaltbar auf 0 bis 350 °C, optionale Hochtemperaturmessung 350 bis 1.200 °C
Betriebstemperaturbereich		-15 bis 50 °C	-15 bis 50 °C
Empfindlichkeit (NETD)		< 30 mK bei 30 °C	< 40 mK bei 30 °C
Messgenauigkeit		±2 °C, ±2 % vom Messwert	±2 °C, ±2 % vom Messwert
Detektorauflösung		320 × 240 Pixel	640 × 480 Pixel
Gesichtsfeld FOV mit Standardobjektiv (H° × V°)		30° × 23°	42° × 32°
Bildfrequenz		33 Hz	33 Hz
Preise / Service / Lieferbarkeit			
Nettopreis Standardausstattung für Installateure		ab 6.500 €, je nach Ausstattung	ab 11.950 €, je nach Ausstattung
Mietoption		nein	nein
technischer Support		direkter Service, E-Mail, Hotline	direkter Service, E-Mail, Hotline
Garantie		24 Monate	24 Monate
Schulungen		Thermografieschulungen der Testo Akademie	Thermografieschulungen der Testo Akademie
Werkskalibrierung mit Zertifikat bei Auslieferung		ja	ja
weitere Serviceangebote		ISO-Kalibrierzertifikate – Kalibrierpunkte bei 0 °C, +25 °C, 50 °C / Kalibrierpunkte bei 0 C°, +100 °C, 200 °C / frei wählbare Kalibrierpunkte auf Anfrage	ISO-Kalibrierzertifikate – Kalibrierpunkte bei 0° C, +25 °C, 50 °C / Kalibrierpunkte bei 0 °C, +100 °C, 200 °C / frei wählbare Kalibrierpunkte auf Anfrage
Internetadresse		www.testo.de	

	Trotec	
	EC060 V	**IC080 LV**
	Testbericht auf Seite 40	Testbericht auf Seite 42
	Testo AG	Romano Brantgens / photon-pictures.com (3)
	Nahaufnahmen	Nahaufnahmen, Standard, Fernaufnahmen (ggf. mittels Objektivwechsel)
	Verschattung, defekte Module, Hotspots	Verschattung, defekte Module, Hotspots, Mikrorisse
	500 g	650 g
	175 × 55 × 160 mm	230 × 80 × 195 mm
	IP 54	IP 54
	ja / bis zu 2,5 h	ja / bis zu 2,5 h
	SD-Karte	SD-Karte
	2 GB, mehrere Tausend Bilder (IR-Format/CCD)	2 GB, mehrere Tausend Bilder (IR-Format/CCD)
	USB (nutzbar in Verbindung mit USB-Realtime), Bluetooth optional in EC060 V+, FireWire optional in EC060 V+ in Verbindung mit USB-Realtime-Software, Composite-Video über Dockingstation	USB (nutzbar in Verbindung mit USB-Realtime und zum optionalen Auslesen der auf der SD-Karte gespeicherten Bilder), optional Bluetooth, FireWire optional in Verbindung mit USB-Realtime-Software, Composite-Video
	ja	ja
	ja (640 × 480 Pixel)	ja (640 × 480 Pixel)
	5 (4× manuell; 1× Auto-Hot-/Coldspot)	5 (4× manuell; 1× Auto-Hot-/Coldspot)
	ja	ja
	-20 bis 250 °C	-20 bis 600 °C
	-15 bis 50 °C	-15 bis 50 °C
	80 mK bei 30 °C	50 mK bei 30 °C
	±2 °C, ±2 % vom Messwert	±2 °C, ±2 % vom Messwert
	160 × 120 Pixel	384 × 288 Pixel
	20° × 15°	24° × 21°
	50 Hz	50 Hz
	1.995 €	4.995 €
	ja	ja
	Hotline, direkter Service, wenn möglich 24-h-Service, E-Mail	Hotline, direkter Service, wenn möglich 24-h-Service, E-Mail
	12 Monate für Vollkaufleute, 24 Monate für Endkunden	12 Monate für Vollkaufleute, 24 Monate für Endkunden
	Thermografie-Grundkurs (Photovoltaik auf Anfrage)	Thermografie-Grundkurs (Photovoltaik auf Anfrage)
	ja	ja
	Kalibrierung	Kalibrierung
	www.trotec.de	

3+Solar
innovativ + kompetent + zuverlässig

Von Handwerkern für Handwerker

Erfahrung aus über 10.000 konfigurierten Anlagen

Bereitstellung eines kompletten Systems aus einer Hand

Projektierung und Konfiguration vom Eigenheim bis zum Industrieunternehmen

Hier gehts zum Film: „Leben mit der Energiewende"

Photovoltaik, Speichersysteme und Windkraft

Verhelfen Sie Ihren Kunden mit ausgewählten Produkten zur Unabhängigkeit und zeigen Sie heute schon, wie die Zukunft aussieht.

Wir gehen diesen Weg mit Ihnen!

3+Solar GmbH

Tel.: 0 9975 / 90 42 670
E-Mail: info@3plussolar.de
Inet: www.3plussolar.de